

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MONTES**

PROYECTO FIN DE CARRERA



**APROXIMACIÓN METODOLÓGICA AL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO
Y HUELLA ECOLÓGICA EN CENTROS UNIVERSITARIOS: EL CASO DE LA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MONTES DE MADRID**

Autor: MARCO BLANQUER RODRÍGUEZ

Directores: Dr. AGUSTÍN RUBIO SÁNCHEZ
D. SERGIO ÁVAREZ GALLEGO

Madrid, Febrero 2012

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MONTES**



**APROXIMACIÓN METODOLÓGICA AL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO
Y HUELLA ECOLÓGICA EN CENTROS UNIVERSITARIOS: EL CASO DE LA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MONTES DE MADRID**

Autor

VºBº del Director

VºBº del Director

Fdo. Marco Blanquer Rodríguez

Fdo. Agustín Rubio Sánchez

Fdo. Sergio Álvarez Gallego

Madrid, Febrero 2012

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MONTES**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Título: Aproximación metodológica al cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica en centros universitarios: el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid.

Autor: Marco Blanquer Rodríguez

Codirectores: Dr. Agustín Rubio Sánchez

D. Sergio Álvarez Gallego

Tribunal:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.

Fdo.

Fdo.

CALIFICACIÓN:

Fecha:

OBSERVACIONES:



RESUMEN

Título: Aproximación metodológica al cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica en centros universitarios: el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid.

Autor: Marco Blanquer Rodríguez

Codirectores: Agustín Rubio Sánchez y Sergio Álvarez Gallego

Departamento: Silvopascicultura

El modelo económico imperante en nuestro mundo a lo largo del siglo XX ha conducido a un alto desequilibrio social y económico. Las consecuencias medioambientales de estos desequilibrios comienzan a aflorar, teniendo como principales protagonistas la crisis de recursos naturales básicos que experimentan muchos países, especialmente los que presentan menor grado de desarrollo, así como el conocido fenómeno del cambio climático.

Con este telón de fondo, aparecen dos indicadores de sostenibilidad denominados “Huella Ecológica” y “Huella de Carbono” capaces, en el caso de la Huella Ecológica de cuantificar la demanda de recursos naturales de cualquier objeto en estudio en comparación con el potencial productivo del planeta, y en el caso de la Huella de Carbono de cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al patrón de consumo establecido por dicho objeto en estudio. Sin embargo, la proliferación actual de metodologías y criterios para la estimación de estos indicadores pone de manifiesto la necesidad de establecer criterios únicos y convergentes en la aplicación práctica de los cálculos de Huella Ecológica y Huella de Carbono que permitan desarrollar todo el potencial de ambos indicadores.

En este Proyecto Fin de Carrera se ha aplicado un método para el cálculo de la Huella Ecológica y la Huella de Carbono aplicable en centros universitarios, que a través de un análisis de su actividad económica y de la elaboración de un inventario de uso de suelo y de generación de residuos, permite evaluar la posición medioambiental de dicho centro respecto a su nivel de consumo de recursos y generación de emisiones. La aplicación de este modelo a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid ha arrojado interesantes resultados, que cifran en 2.724 toneladas de CO₂ su Huella de Carbono y en 948 hectáreas globales su Huella Ecológica, referidas ambas al año 2010. Estas cifras revelan que la posición medioambiental de la Escuela de Ingenieros de Montes de Madrid está en línea con la de otros centros universitarios españoles a la vez que sirven para poner a la citada Escuela en la órbita de otros centros nacionales e internacionales que ya han calculado sus respectivas huellas en un ejercicio de búsqueda de sostenibilidad en el entorno universitario.





ABSTRACT

Title: Methodological approach to calculating Carbon Footprint and Ecological Footprint at Universities: the case of Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid.

Author: Marco Blanquer Rodríguez

Codirectors: Agustín Rubio Sánchez y Sergio Álvarez Gallego

Department: Silvopascicultura

The economic model developed throughout the twentieth century in our world has led to social and economic imbalance experiencing today. The environmental consequences of these imbalances begin to surface, with the natural resource crisis experienced by many countries, especially those less developed, and the phenomenon of climate change as protagonists.

Against this background, two indicators of sustainability called "Ecological Footprint" and "Carbon Footprint" have emerged. These indicators are able to quantify natural resource requirements of the object under study compared to the productive potential of the planet, and to quantify emissions of greenhouse gases associated with the consumption pattern. However, the current proliferation of methodologies for the estimation of these indicators tell us that is necessary to develop convergent criteria in the practical application of Ecological and Carbon Footprints calculations in order to develop the full potential of both indicators.

Based on these principles, in this Thesis it has developed a model to calculate the Ecological Footprint and Carbon Footprint of Universities, through analysis of their economic activity and making a land use and a waste generation inventories. It will allow the evaluation of the environmental position of the University from the point of view of consumption and emissions generation. Applying this model to the Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid it has show that the value of the Carbon Footprint is 2.723 tonnes of CO₂ and the value of Ecological Footprint is 948 global hectares, referring both to the 2010. This model show that the environmental position of the Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid is in the same line of other Spanish Universities. At the same time it serves to get the Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes at the same level of other national and international Universities that have already calculated their footprints as an exercise of seeking sustainability in the university.





Dijo en una ocasión don Francisco de Quevedo y Villegas que *el agradecimiento es la parte principal de un hombre de bien*. Pues bien, yo no sé si soy o llegaré a ser un hombre de bien, pero sí se una cosa: nada de lo que hoy soy sería sin la gente que ha pasado por mi vida durante estos años de universidad. Por eso quiero mostrar mi agradecimiento a todas las personas con las que he compartido esta aventura.

En primer lugar quiero agradecer a mis directores de proyecto, Sergio Álvarez y Agustín Rubio, la dedicación, paciencia y entusiasmo que han mostrado en este proyecto, asumiendo como propio el reto que planteaba. También quiero dar las gracias a todas aquellas personas que han colaborado en su elaboración, en especial a doña Paz Aramburu, actual Subdirectora de Asuntos Económicos en la Escuela de Ingenieros de Montes, a todos los Directores de Departamento, al personal de las Secretarías de Departamento y de la Secretaría de Asuntos Económicos, así como al personal de limpieza. Por último quiero agradecer su dedicación a todos los profesores que imparten clase en esta Escuela y animarles a que sigan volcándose en mostrar a los alumnos de esta casa los secretos que esconden nuestros montes.

En segundo lugar quiero agradecer a todos mis amigos, tanto de dentro de la Escuela como de fuera, cada uno de los momentos que hemos compartido estos años y que han hecho de esta etapa, sin duda, una de las mejores, más felices y plenas de mi vida.

Finalmente quiero reservar las últimas líneas para los más próximos, los que han vivido más de cerca esta etapa conmigo. Ellos han estado siempre detrás del telón, alegrándose en mis ilusiones y sufriendo en mis decepciones y por ello les reservo el mayor de mis agradecimientos.

En primer lugar quiero acordarme de mis hermanos mayores, Víctor y Alejandro, en especial del primero, a quien le debo mi vocación tanto forestal como cinegética y con quien he compartido innumerables horas en el campo descubriendo que no todo está en los libros.

En segundo lugar quiero tener un recuerdo especial para mi abuela Julia, ya que probablemente no haya otra persona en el mundo a quien le ilusione más este momento. También quiero tener otro recuerdo especial para María José. Durante estos años has vivido conmigo el día a día y sabes mejor que nadie lo que nos ha costado llegar hasta aquí. Por tu apoyo incondicional y por tu paciencia, gracias.

Y por último, mi más especial agradecimiento lo reservo para mis padres, Víctor y Julia y para mi hermano pequeño Daniel. Vuestro esfuerzo ha hecho posible que llegara este momento. Habéis sido apoyo en los momentos difíciles, alegría en los momentos felices, consejo en los momentos de duda, pero siempre y ante todo ejemplo de entrega y sacrificio. Por todo ello gracias de corazón.



AGRADECIMIENTOS

**ÍNDICE**

Índice de figuras.....	11
Índice de tablas.....	17
Índice de ecuaciones.....	22
Lista de unidades, abreviaturas y siglas.....	23
1. INTRODUCCIÓN	25
1.1. Globalización y desarrollo sostenible	25
1.2. El cambio climático	30
1.2.1. Emisiones antropogénicas	30
1.2.2. Acuerdos internacionales en materia de cambio climático	33
1.2.3. La situación de las emisiones de GEI en España	34
1.2.4. El ciclo del carbono	37
1.3. Indicadores de sostenibilidad	41
1.3.1. El concepto de indicador	41
1.3.2. Indicadores relacionados con el desarrollo sostenible	42
1.3.3. La Huella Ecológica	44
1.3.4. La Huella de Carbono	53
1.4. La Huella de Carbono y la Huella Ecológica en los centros de educación superior	57
1.4.1. Estudios en universidades españolas	57
1.4.2. La E.T.S.I. de Montes como marco de estudio	61
1.5. Marcos legislativos en relación al empleo de la Huella de Carbono	63
1.5.1. Ámbito internacional	63
1.5.2. Ámbito nacional	64
1.6. Justificación del proyecto	69
2. OBJETIVOS	71
2.1. Objetivo general	71
2.2. Objetivos específicos	71



3. MATERIALES Y MÉTODOS	73
3.1. Localización y descripción de la E.T.S.I. de Montes de Madrid	73
3.1.1. Localización de la E.T.S.I. de Montes de Madrid	73
3.1.2. Descripción del medio físico	74
3.1.3. Descripción del medio organizativo	76
3.1.4. Descripción del medio socioeconómico	77
3.2. Método Compuesto de las Cuentas Contables	81
3.2.1. Descripción general del Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3)	81
3.2.2. La matriz de consumos-superficies	84
3.3. Descripción de los límites del sistema	99
3.3.1. Introducción	99
3.3.2. Límites físicos	100
3.3.3. Límites organizativos	101
3.3.4. Límites socioeconómicos	102
3.4. Inventarios	103
3.4.1. Diseño del inventario	103
3.4.2. Inventario de consumos	104
3.4.3. Inventario de usos de suelo	105
3.4.4. Inventario de residuos	108
3.5. Cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica	113
4. RESULTADOS	119
4.1. Inventarios	119
4.1.1. Inventario económico	119
4.1.2. Inventario de usos de suelo	120
4.1.3. Inventario de residuos	126
4.2. Huella de Carbono de la E.T.S.I. de Montes	128
4.2.1. Huella de Carbono asociada a la Escuela	128
4.2.2. Huella de Carbono asociada a los Departamentos	132
4.2.3. Huella de Carbono agregada de la E.T.S.I. de Montes	136
4.3. Huella Ecológica de la E.T.S.I. de Montes	142
4.3.1. Huella Ecológica asociada a la Escuela	142
4.3.2. Huella Ecológica asociada a los Departamentos	146
4.3.3. Huella Ecológica agregada de la E.T.S.I. de Montes	150
4.4. Cronograma de actividades	157



5. DISCUSIÓN	159
5.1. Justificación de la elección del MC3 como base de cálculo	159
5.2. Análisis de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica de la Escuela y de los Departamentos	162
5.2.1. Análisis de la Huella de Carbono de la Escuela y los Departamentos	162
5.2.2. Análisis de la Huella Ecológica de la Escuela y los Departamentos	172
5.3. Comparación de resultados con otras universidades	181
5.3.1. Huella de Carbono por alcances en centros universitarios	184
5.3.2. Huella Ecológica por alcances en centros universitarios	193
6. CONCLUSIONES	197
BIBLIOGRAFÍA	201
ANEXOS	i
Anexo 1. Estructura de los gastos corrientes y de las inversiones de la U.P.M.	i
Anexo 2. Estructura contable modificada	v
Anexo 3. Resultados detallados por conceptos, subconceptos y unidades de material del inventario económico	xiii
Anexo 4. Resultados del muestreo por días correspondiente a los residuos no peligrosos	xvii
Anexo 5. Resultados desagregados de la huella de carbono correspondiente a los gastos generales de la escuela organizados según categorías de consumo	xxiii
Anexo 6. Resultados desagregados de la huella de carbono correspondiente a los gastos generales de la escuela organizados según conceptos contables	xxvii
Anexo 7. Resultados desagregados de la huella de carbono correspondiente a los gastos generales de los departamentos organizados según categorías de consumo	xxxiii
Anexo 8. Resultados desagregados de la huella de carbono correspondiente a los gastos generales de los departamentos organizados según conceptos contables	xxxvii
Anexo 9. Resultados desagregados de la huella ecológica correspondiente a los gastos generales de la escuela organizados según categorías de consumo	xli
Anexo 10. Resultados desagregados de la huella ecológica correspondiente a los gastos generales de la escuela organizados según conceptos contables	xlvi
Anexo 11. Resultados desagregados de la huella ecológica correspondiente a los gastos generales de los departamentos organizados según categorías de consumo	liii



Anexo 12. Resultados desagregados de la huella ecológica correspondiente a los gastos generales de los departamentos organizados según conceptos contables lvii

Anexo 13. Cronograma de actividades para la realización de un cálculo de HC y HE en un centro perteneciente a la U.P.M. lxi

Anexo 14. CD que incluye los siguientes contenidos:

- Memoria y anexos del proyecto
- Herramienta de cálculo MC3 (arti-ecofootprint-V2-2010)
- Herramienta de cálculo modificada para este proyecto (Huella agregada E.T.S.I. Montes)



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Clasificación de los recursos naturales	28
Figura 1.2 Las vertientes del desarrollo sostenible	29
Figura 1.3 Diagrama del efecto invernadero	30
Figura 1.4 Cambios en la temperatura, en el nivel del mar y en la cubierta de nieve del Hemisferio Norte	31
Figura 1.5 Emisiones de CO ₂ mundiales en toneladas métricas per cápita	32
Figura 1.6 Compromisos de reducción de emisiones del Protocolo de Kioto	34
Figura 1.7 Promedio de misiones per cápita españolas de GEI en toneladas de CO ₂ -eq frente a distintos colectivos de países	35
Figura 1.8 Inventario de emisiones de GEI de España (1990-2009)	35
Figura 1.9 Porcentaje de emisiones de GEI por gases en España (2009)	36
Figura 1.10 Porcentaje de emisiones de GEI por sector de actividad español (2009)	36
Figura 1.11 Ciclo de carbono	38
Figura 1.12 Huella Ecológica por componentes: 1961-2007	52
Figura 1.13 Origen de emisiones por alcances	54
Figura 1.14 Vista aérea de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid en su ubicación actual	61
Figura 3.1 Ubicación de la Escuela de Ingenieros de Montes en la Comunidad y en el Municipio de Madrid	73
Figura 3.2 Emplazamiento de la Escuela de Ingenieros de Montes en el área metropolitana de Madrid	74
Figura 3.3 Imagen aérea de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	74
Figura 3.4 Mapa de accesos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	76
Figura 3.5 Evolución de la población de la Escuela de Ingenieros de Montes a lo largo del año 2010	78
Figura 3.6. Esquema de cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica	82



Figura 3.7 Cálculo de la componente energética de la huella de Carbono	95
Figura 3.8 Cálculo de la componente energética de la Huella Ecológica	95
Figura 3.9 Cálculo de la componente natural de la Huella Ecológica	96
Figura 3.10 Cálculo de la componente natural de la Huella de Carbono	96
Figura 3.11 Límites físicos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes considerados en el estudio	100
Figura 3.12 Composición de la huella de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	103
Figura 3.13 Plano de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	106
Figura 3.14 Composición del plano de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes con su ortofoto correspondiente	107
Figura 4.1 Plano de la zonificación del recinto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes para el análisis de la superficie vegetal	120
Figura 4.2 Huella de Carbono y carga de CO ₂ por unidad monetaria correspondiente a los gastos generales de la Escuela según conceptos	131
Figura 4.3 Huella de Carbono y carga de CO ₂ por unidad monetaria correspondiente a los gastos generales de los Departamentos según conceptos	135
Figura 4.4 Reparto de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresado en toneladas de CO ₂ al año y en porcentaje respecto al total de la huella	137
Figura 4.5 Reparto de las componentes energética y natural de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresada en toneladas de CO ₂ al año y en porcentaje respecto al total de la huella	137
Figura 4.6 Reparto de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según alcances	138
Figura 4.7 Huella de Carbono agregada de Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo	138
Figura 4.8 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono según alcances en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	139
Figura 4.9 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono según epígrafes de consumo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	139



Figura 4.10 Perfil de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables	141
Figura 4.11 Perfil de la inversión agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables	141
Figura 4.12 Perfil de la carga de CO ₂ por € invertido en el conjunto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables	141
Figura 4.13 Huella Ecológica y carga de haG por unidad económica invertida correspondiente a los gastos generales de la Escuela según conceptos	145
Figura 4.14 Huella Ecológica y carga de haG por unidad económica invertida correspondiente a los gastos generales de los Departamentos según conceptos	149
Figura 4.15 Reparto de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresada en hectáreas globales y porcentaje respecto al total de la huella	151
Figura 4.16 Reparto de las componentes energética y natura de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresado en hectáreas globales y en porcentaje respecto al total de la huella	151
Figura 4.17 Reparto de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según alcances	152
Figura 4.18 Reparto de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo	152
Figura 4.19 Comparativa del perfil de la Huella Ecológica según alcances en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	153
Figura 4.20 Comparativa del perfil de Huella Ecológica en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo	153
Figura 4.21 Perfil de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos	155
Figura 4.22 Perfil de la inversión de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos.....	155
Figura 4.23 Perfil de la carga de hectáreas globales por unidad económica invertida en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos	156
Figura 5.1 Matriz DAFO para la justificación de la metodología MC3	159



Figura 5.2 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono y carga de CO ₂ por € en Escuela y Departamentos por artículos	163
Figura 5.3 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono y carga de CO ₂ por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 21	164
Figura 5.4 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono y carga de CO ₂ por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 22	164
Figura 5.5 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono en Escuela y Departamentos por unidades de material para el subconcepto 220.00	165
Figura 5.6 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono en Escuela y Departamentos por subconceptos para el concepto 221	166
Figura 5.7 Comparativa del perfil de Huella de Carbono y carga de CO ₂ por € invertido para las unidades de material correspondientes al subconcepto 221.10 de los Departamentos	166
Figura 5.8 Comparativa del perfil de Huella de Carbono y carga de CO ₂ por € invertido para las unidades de material correspondientes al subconcepto 620.06 en la Escuela	168
Figura 5.9 Comparativa del perfil de Huella de Carbono por conceptos para Escuela y los Departamentos	168
Figura 5.10 Comparativa del perfil de carga de CO ₂ por conceptos para Escuela y los Departamentos	169
Figura 5.11 Comparativa de la Huella de Carbono de la Escuela y los Departamentos expresada en toneladas de CO ₂ al año por categorías de consumo correspondientes al subepígrafe “Materiales”	171
Figura 5.12 Comparativa de la Huella de Carbono de la Escuela y los Departamentos expresada en toneladas de CO ₂ al año por categorías de consumo correspondientes al epígrafe “Recursos forestales”	171
Figura 5.13 Perfil de Huella Ecológica y carga de haG por € en Escuela y Departamentos por artículos	173
Figura 5.14 Perfil de Huella Ecológica y carga de haG por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 21	173
Figura 5.15 Perfil de Huella Ecológica y carga de haG por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 22	174
Figura 5.16 Perfiles de Huella Ecológica por unidades de material correspondientes al subconcepto 220.00 para Escuela y Departamentos	175



Figura 5.17 Perfiles de Huella Ecológica y carga de haG por € según subconceptos del concepto 221 para Escuela y Departamentos	175
Figura 5.18 Perfiles de Huella Ecológica y carga de haG por € según unidades de material del subconceptos 221.10 correspondiente a los Departamentos	176
Figura 5.19 Perfiles de la Huella Ecológica y la carga de haG por € según unidades de material del subconcepto 620.06 para Escuela y Departamentos	177
Figura 5.20 Perfiles de la Huella Ecológica por conceptos para Escuela y Departamentos	177
Figura 5.21 Perfiles de la carga de haG por € invertido por conceptos para Escuela y Departamentos	178
Figura 5.22 Comparativa de la Huella Ecológica de la Escuela y los Departamentos, expresada hectáreas productivas al año, según categorías de consumo correspondientes al subepígrafe “Materiales”	180
Figura 5.23 Comparativa de la Huella Ecológica de la Escuela y los Departamentos, expresada hectáreas productivas al año, según categorías de consumo correspondientes al epígrafe “Recursos forestales”	180
Figura 5.24 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica global obtenidos en distintas universidades españolas	181
Figura 5.25 Comparativa de las poblaciones en cada uno de los centros	182
Figura 5.26 Comparativa de las superficies de cada uno de los centros	182
Figura 5.27 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica ponderada con la población obtenidos en distintas universidades españolas	183
Figura 5.28 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica ponderada con la superficie obtenidos en distintas universidades españolas	183
Figura 5.29 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica según alcances obtenidos en distintas universidades españolas	184
Figura 5.30 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono según alcances expresados en toneladas de CO ₂ por habitante y año, obtenidos en distintas universidades españolas	184
Figura 5.31 Comparativa del patrón de consumo eléctrico por habitante y año en distintos centros universitarios	185



Figura 5.32 Comparativa del patrón de consumo eléctrico por hectárea y año en distintos centros universitarios	186
Figura 5.33 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente al Alcance 3 expresada en toneladas de CO ₂ al año en los distintos centros	189
Figura 5.34 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente al Alcance 3 expresada en toneladas de CO ₂ por habitante y año en los distintos centros	189
Figura 5.35 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en toneladas de CO ₂ al año en los distintos centros	190
Figura 5.36 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en toneladas de CO ₂ por habitante y año en los distintos centros	190
Figura 5.37 Comparativa de la Huella Ecológica por alcances en los distintos centros universitarios expresada en hectáreas globales al año	193
Figura 5.38 Comparativa de la Huella Ecológica por alcances en los distintos centros universitarios expresada en hectáreas globales por habitante y año	194
Figura 5.39 Comparativa de la Huella Ecológica correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en hectáreas globales al año en los distintos centros	195
Figura 5.40 Comparativa de la Huella Ecológica correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en hectáreas globales por persona y año en los distintos centros	195
Figura 5.41 Comparativa de la Huella Ecológica de la E.T.S.I. de Montes y la Universidad de León según tipologías de Superficie Biológicamente Productiva, expresada en hectáreas globales por habitante y año	196



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características de los principales Gases de Efecto Invernadero.....	31
Tabla 1.2 Emisiones de CO ₂ per cápita en el periodo 2006-2007	32
Tabla 1.3 Superficie del Planeta por categorías de Superficie Biológicamente Productiva ...	47
Tabla 1.4 Relación entre actividades humanas y Superficie Biológicamente Productiva	47
Tabla 1.5 Matriz de consumos-superficies	50
Tabla 1.6 Factores de absorción para las distintas categorías de Superficie Biológicamente Productiva	51
Tabla 1.7 Resumen de la Huella de Carbono de la Universidad de Santiago de Compostela en el año 2007	58
Tabla 1.8 Resumen de la Huella Ecológica de la Universidad de Santiago de Compostela en el año 2007	58
Tabla 1.9 Resumen de la Huella de Carbono del campus de Alcoy perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia en el año 2008	59
Tabla 1.10 Resumen de la Huella Ecológica del campus de Alcoy perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia en el año 2008	59
Tabla 1.11 Resumen de la Huella de Carbono del campus de Vegazana perteneciente a la Universidad de León en el año 2006	60
Tabla 1.12 Resumen de la Huella Ecológica del campus de Vegazana perteneciente a la Universidad de León en el año 2006	60
Tabla 3.1 Coordinadas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid	73
Tabla 3.2 Asignación Presupuestaria de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes para el año 2010	79
Tabla 3.3 Asignación Presupuestaria de los Departamentos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes año 2010	79
Tabla 3.4 Estructura del epígrafe “Materiales no orgánicos”	85
Tabla 3.5 Estructura del epígrafe “Servicios y contrataciones”	86
Tabla 3.6 Estructura del epígrafe “Recursos agrícolas y pesqueros”	87



Tabla 3.7 Estructura del epígrafe “Recursos forestales”	88
Tabla 3.8 Estructura del epígrafe “Agua”	88
Tabla 3.9 Estructura del epígrafe “Usos de suelo”	89
Tabla 3.10 Estructura del epígrafe “Residuos, vertidos y emisiones”	89
Tabla 3.11 Muestra de la matriz de capítulos arancelarios	90
Tabla 3.12 Expresión del consumo anual recogido en la matriz de consumos superficies	91
Tabla 3.13 Matriz de servicios	92
Tabla 3.14 Principales factores de emisión empleados en la matriz de consumos-superficies	93
Tabla 3.15 Productividad natural de las categorías de Superficie Biológicamente Productiva correspondientes a algunas categorías de consumo	94
Tabla 3.16 Productividad energética de las categorías de Superficie Biológicamente Productiva correspondientes a los suministros eléctricos	95
Tabla 3.17 Factor de equivalencia para las distintas categorías de Superficie Biológicamente Productiva	97
Tabla 3.18 Factores de rendimiento para España	98
Tabla 3.19 Caracterización de los límites operacionales	99
Tabla 3.20 Relación de Departamentos y Unidades Docentes incluidas en el estudio	101
Tabla 3.21 Composición de la población de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes incluida en el estudio	102
Tabla 3.22 Inventario de los residuos de los laboratorios de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Fuente: Unidad Docente de Operaciones Básicas	112
Tabla 3.23 Categorías de consumo correspondientes al capítulo de “Emisiones directas”	113
Tabla 3.24 Estructura del epígrafe correspondiente a “Materiales no orgánicos”	114
Tabla 3.25 Estructura del epígrafe correspondiente a “Servicios”	115
Tabla 3.26 Estructura del epígrafe correspondiente a “Productos agrícolas y pesqueros”	115
Tabla 3.27 Estructura del epígrafe correspondiente a “Recursos forestales”	115



Tabla 3.28 Estructura del epígrafe correspondiente a “Recursos hídricos”	116
Tabla 3.29 Estructura del epígrafe correspondiente a “Usos de suelo”	116
Tabla 3.30 Estructura del epígrafe correspondiente a “Residuos y vertidos”	117
Tabla 4.1 Inventario correspondiente a los gastos generales de la Escuela	119
Tabla 4.2 Inventario correspondiente a los gastos generales de los Departamentos	119
Tabla 4.3 Superficie vegetal contenida en el recinto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	125
Tabla 4.4 Inventario de usos de suelo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	126
Tabla 4.5 Cantidad de residuos registrados en los 4 días de muestreo	126
Tabla 4.6 Estimación de los residuos no peligrosos generados en Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes durante el año 2010	127
Tabla 4.7 Inventario de residuos peligrosos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes para el año 2010	127
Tabla 4.8 Resumen de la Huella de Carbono asociada la Escuela por categorías de consumo	128
Tabla 4.9 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto general por artículos en la Escuela	129
Tabla 4.10 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 21	129
Tabla 4.11 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 22	130
Tabla 4.12 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 23	130
Tabla 4.13 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 62	131
Tabla 4.14 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 63	131
Tabla 4.15 Huella de Carbono correspondiente Departamentos según categorías de consumo	132



Tabla 4.16 Huella de Carbono correspondiente a los Departamentos según artículos	133
Tabla 4.17 Huella de Carbono asociada al artículo 21 correspondiente a los Departamentos	133
Tabla 4.18 Huella de Carbono asociada al artículo 22 correspondiente a los Departamentos	134
Tabla 4.19 Huella de Carbono asociada al artículo 23 correspondiente a los Departamentos	134
Tabla 4.20 Huella de Carbono asociada al artículo 62 correspondiente a los Departamentos	134
Tabla 4.21 Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo	136
Tabla 4.22 Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables	140
Tabla 4.23 Resumen de la Huella Ecológica según categorías de consumo asociada a la Escuela	142
Tabla 4.24 Resumen de la Huella Ecológica asociada a los gastos generales de la Escuela según artículos	143
Tabla 4.25 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 21	143
Tabla 4.26 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 22	144
Tabla 4.27 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 23	144
Tabla 4.28 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 62	144
Tabla 4.29 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 63	145
Tabla 4.30 Huella Ecológica correspondiente a los Departamentos por categorías de consumo	146
Tabla 4.31 Resumen de la Huella Ecológica asociada a los gastos generales de los Departamentos por artículos	147
Tabla 4.32 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 21	147
Tabla 4.33 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 22	148



Tabla 4.34 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 23	148
Tabla 4.35 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 62	148
Tabla 4.36 Resumen de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes por categorías de consumo	150
Tabla 4.37 Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables	154
Tabla 5.1 Comparativa de la Huella de Carbono, inversión económica y carga de CO ₂ por € invertido en Escuela y Departamentos según artículos	163
Tabla 5.2 Comparativa de la Huella de Carbono y carga de CO ₂ por € invertido en Escuela y Departamentos por subconceptos correspondientes al concepto 220	165
Tabla 5.3 Comparativa de la Huella de Carbono y carga de CO ₂ por € invertido en Escuela y Departamentos por subconceptos correspondientes al concepto 620	167
Tabla 5.4 Resumen de la Huella de Carbono por alcances y epígrafes de consumo de Escuela y Departamentos	170
Tabla 5.5 Comparativa de la Huella Ecológica, carga de haG por € e inversión económica, según artículos en la Escuela y Departamentos	172
Tabla 5.6 Comparativa de la Huella Ecológica y carga de haG por € para los subconceptos del concepto 220 en la Escuela y Departamentos	174
Tabla 5.7 Resumen de la Huella Ecológica y la carga de haG por € según subconceptos del concepto 620 para Escuela y Departamentos	176
Tabla 5.8 Resumen de la Huella Ecológica por alcances y epígrafes de consumo de Escuela y Departamentos	179
Tabla 5.9 Relación de las categorías de consumo evaluadas en el Alcance 3 en los estudios realizados en los distintos centros	187
Tabla 5.10 Comparativa del consumo de agua en los distintos centros	191
Tabla 5.11 Comparativa de los consumos de papel en los distintos centros	192



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1 Expresión del consumo per cápita del producto i	49
Ecuación 1.2 Expresión de la Huella Ecológica per cápita asociada al consumo del producto i	49
Ecuación 1.3 Expresión de la Huella Ecológica asociada al consumo del producto i por parte del conjunto de una población	49
Ecuación 1.4 Cálculo de la biocapacidad de un territorio respecto de una categoría de Superficie Biológicamente Productiva determinada	51
Ecuación 3.1 Cálculo de la carga energética asociada a los consumos	93
Ecuación 3.2 Transformación de hectáreas productivas a haG	97
Ecuación 3.3 Cálculo de la contrahuella	97
Ecuación 3.4 Media ponderada de la población estudiantil	102
Ecuación 3.5 Detalle del cálculo de la superficie improductiva	108
Ecuación 3.6 Detalle del cálculo del peso de cada bolsa de residuo	110
Ecuación 3.7 Detalle del cálculo del peso total registrado de cada categoría de residuo	110
Ecuación 3.8 Detalle del cálculo del número de jornales registrados	110
Ecuación 3.9 Detalle del cálculo de la cantidad de residuo recogido por jornal según categorías de residuo	111
Ecuación 3.10 Detalle del cálculo de la cantidad de residuo recogido al año por categorías de residuo.....	111
Ecuación 4.1 Cálculo de la superficie improductiva correspondiente a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes	126



LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

CFC: Compuestos clorofluorocarburos

CMMAD: Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

DEFRA: Secretaría de Medio Ambiente, Alimentos y Asuntos Rurales

E.T.S.I. de Montes: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes

E.U.I.T. Forestal: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GFN: Global Footprint Network

Gj: Gigajulios

GRID: Base de Datos de los Recursos Globales

Gt: Gigatoneladas

haG: Hectáreas Globales

HC: Huella de Carbono

HE: Huella Ecológica

IPCC: Grupo de Expertos de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

MARM: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino

MMA: Ministerio de Medio Ambiente

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OESE: Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

OSE: Observatorio de la Sostenibilidad en España

PAS: Personal de Administración y Servicios

PIB: Producto Interior Bruto

SBP: Superficie Biológicamente Productiva



TARIC: Arancel Integrado Comunitario

U.A.M.: Universidad Autónoma de Madrid

U.C.M.: Universidad Complutense de Madrid

U.L.: Universidad de León

U.P.M.: Universidad politécnica de Madrid

U.P.V.: Universidad Politécnica de Valencia

U.R.J.C.: Universidad Rey Juan Carlos

U.S.C.: Universidad de Santiago de Compostela

UE: Unión Europea

UN: Organización de las Naciones Unidas

UNEP: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

UNFCCC: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

WBCSD: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

WRI: Instituto Mundial de los Recursos

WWF: Fondo Mundial para la Naturaleza



1. INTRODUCCION

1.1. GLOBALIZACION Y DESARROLLO SOSTENIBLE

La sociedad actual encuentra en la economía uno de los pilares más importantes sobre los que construir su civilización. La Real Academia Española define el término “economía” de la siguiente manera: *“ciencia que estudia los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades humanas materiales, mediante el empleo de bienes escasos”*. En esta definición se pueden destacar las siguientes palabras clave:

- Necesidades humanas: el hombre, como todo ser vivo, requiere satisfacer sus necesidades básicas para poder llevar a cabo su ciclo vital. Con el desarrollo de la humanidad estas necesidades han ido creciendo, haciéndose cada vez más complejas.
- Bienes escasos: la escasez de recursos es el origen de la economía. Si no existiera escasez, la economía no tendría sentido.

En síntesis, podemos decir que la economía trata de satisfacer de la mejor forma posible las necesidades humanas en base a unos recursos que son limitados.

Con el paso de los años las relaciones que rigen la humanidad se han hecho cada vez más complejas. El crecimiento demográfico experimentado por la especie humana ha traído consigo el aumento de la demanda de recursos para satisfacer sus crecientes necesidades. Paralelamente, el pensamiento económico ha ido evolucionando tratando de dar mejor respuesta al problema de la escasez de recursos. A lo largo de la historia números economistas han propuesto diversos principios, tratando de establecer modelos económicos acordes con las necesidades de su época. Sin embargo, ninguna de estas propuestas ha conseguido garantizar a nivel global la satisfacción de las necesidades del conjunto de la población humana. El modelo económico capitalista que actualmente impera en nuestro mundo tampoco ha conseguido dar respuesta al problema. Prueba de ello son los alarmantes datos publicados por la “Organización para Alimentación y la Agricultura” (FAO por sus siglas en inglés) año tras años, que revelan que aproximadamente 900 millones de personas sufren hambre crónica en el mundo (FAO, 2010). Este evidente desequilibrio en la gestión global de los recursos también trae consigo graves repercusiones ambientales. Según el “Global Environment Outlook 4” (UNEP, 2007) la tasa de extinción de especies actual resulta ser 100 veces superior a la tasa natural de extinción, y se prevé que en las próximas décadas se incremente hasta un valor que suponga entre 1.000 y 10.000 veces la tasa natural.

Por otro lado, la gestión global inadecuada de los recursos naturales ha conducido al panorama actual, en el cual se estima que el 52% de las tierras destinadas en el mundo a la producción agrícola muestran una fuerte degradación y que el 75% de los bancos pesqueros están sobreexplotados (UNEP, 2004). Recientes estudios basados en técnicas de teledetección y publicados por la FAO cifran la tasa de deforestación mundial media entre los años 1990 y 2005 en 14,5 millones de hectáreas al año (FAO, 2011). Por otro lado, la Organización de las



Naciones Unidas (UN, por sus siglas en inglés) publica en un artículo en su página web (UN, 2011) que cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación.

En esta grave situación hay que identificar un fenómeno a nivel mundial fomentado por el sistema capitalista y que tiene diversas repercusiones en el mundo actual. Este fenómeno no es otro que el de la “globalización”. La globalización se puede definir como un proceso económico, tecnológico, social y cultural a gran escala, consistente en el desarrollo de la comunicación e interdependencia entre los distintos países del mundo, los cuales han acompañado sus mercados, sociedades y culturas a través de una serie de transformaciones sociales, económicas y políticas, que han inducido en las sociedades implicadas un proceso de adquisición de hábitos y costumbres comunes (Doménech, 2007). Por tanto, este fenómeno se basa en dos pilares fundamentales:

- La fusión e integración de toda la actividad económica de los países del planeta en un solo modelo homogeneizado.
- La necesidad de crecimiento económico conduce a la privatización y mercantilización de todo aquello que aún escape al libre mercado.

Al desarrollo de la globalización contribuye la movilidad que caracteriza, por un lado a empresas y por otro al capital, capaces ambos de ubicarse y fluir de un lugar a otro del planeta, gracias a la apertura de los mercados y al libre comercio que existe hoy en día. Una de las bases del libre comercio es precisamente la orientación de la producción a la exportación, hecho que contribuye en cierta medida al establecimiento de un perfil de consumo similar en todo el planeta. Por tanto, el fenómeno de la globalización facilita el flujo de importaciones y exportaciones de recursos y productos de un lado a otro del mundo, lo que hace peligrar el equilibrio económico y ambiental en aquellos países en los que no se ejercen políticas basadas en una economía sostenible. La consecuencia más inmediata de esto es el deterioro medioambiental que estos países sufren en un marco de desarrollo económico desordenado.

La globalización bien entendida debe traer consigo la adopción de una conciencia tanto social como medioambiental a escala global. De esta manera, los problemas humanitarios y ambientales no deben ser patrimonio exclusivo de los países que los padecen, sino del conjunto de los países con los que interacciona económicamente, puesto que todos constituyen agentes que han intervenido de una manera u otra en la generación del problema y en sus posibles consecuencias negativas, algunas de las cuales se concretan en los siguientes puntos:

- Incremento del transporte de productos y mercancías, lo que trae consigo el desarrollo de nuevas infraestructuras, hecho favorecedor cuando se lleva a cabo de forma planificada y ordenada, pero muy perjudicial en caso contrario.
- Incremento del consumo de los combustibles fósiles necesarios para suministrar energía a los medios de transporte de mercancías. En este sentido resulta significativo el caso del



transporte marítimo en Europa, cuya cifra anual de transporte de mercancías se estima en torno a los 3.500 millones de toneladas de mercancías al año (Doménech, 2007).

- Incremento de pandemias a nivel mundial, tanto por la importación y exportación de agentes patógenos junto a productos y mercancías, como por la ampliación del área de distribución de especies animales que sirven de vectores de transmisión (moscas, mosquitos) asociada al aumento de la temperatura media de la Tierra.
- Hundimiento de las economías menos desarrolladas, que se ven arrinconadas e incapaces de competir con las grandes economías mundiales.

Dado el panorama social y medioambiental actual, nuestra sociedad está cada vez más sensibilizada con los retos a los que se va a tener que enfrentar en un futuro muy próximo. El “Programa 21” y posteriormente los denominados “Objetivos del Milenio” constituyen el compromiso adoptado por los países miembros de la UN para tratar de paliar esta situación. Los objetivos plasmados en sendos documentos están orientados a erradicar algunas de las consecuencias de un modelo de gestión económico que se ha centrado en obtener grandes beneficios locales olvidándose de cubrir las necesidades globales del conjunto de la humanidad. En este sentido, los recursos naturales han jugado el papel de moneda de cambio internacional, contribuyendo en su flujo continuo de un lugar a otro del planeta a desequilibrar más aún el estatus socioeconómico de los países que componen nuestra civilización. Es por ello que el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales ocupa un papel destacado en ambos programas, planteándose objetivos y metas específicas en el ámbito de su gestión.

Como recurso natural se entiende aquel elemento proporcionado por la naturaleza susceptible de ser aprovechado en su estado natural por el ser humano para satisfacción de sus necesidades. En la Figura 1.1 se puede ver la clasificación que Doménech (2007) hace de los recursos naturales. En ella destacan distintas cuestiones que conviene destacar:

- La caracterización de las materias primas según su capacidad para ser repuestas por el medio. Este atributo de las materias primas resulta fundamental, pues la gestión de estos recursos dependerá en gran medida de su capacidad para renovarse en el tiempo.
- La explotación de los medios naturales está condicionada no solo por la cantidad de recurso empleado sino también por las consecuencias derivadas de su uso. Normalmente, el agua o el aire no tienen limitaciones en cuanto a su disponibilidad global, pero una gestión inadecuada puede conllevar una degradación de estos recursos que impida su aprovechamiento local.
- Todos los recursos están a disposición del ser humano, pero necesitan de una transformación para poder ser útiles. Esta transformación requiere energía y más recursos naturales.
- El espacio resulta ser un recurso estratégico. Por ejemplo, el correcto emplazamiento y dimensionamiento de una industria puede reducir drásticamente sus gastos. Es por ello que este recurso suele ser objeto de conflicto, pues los intereses económicos respecto al mismo suelen estar enfrentado a los atributos medioambientales del entorno.

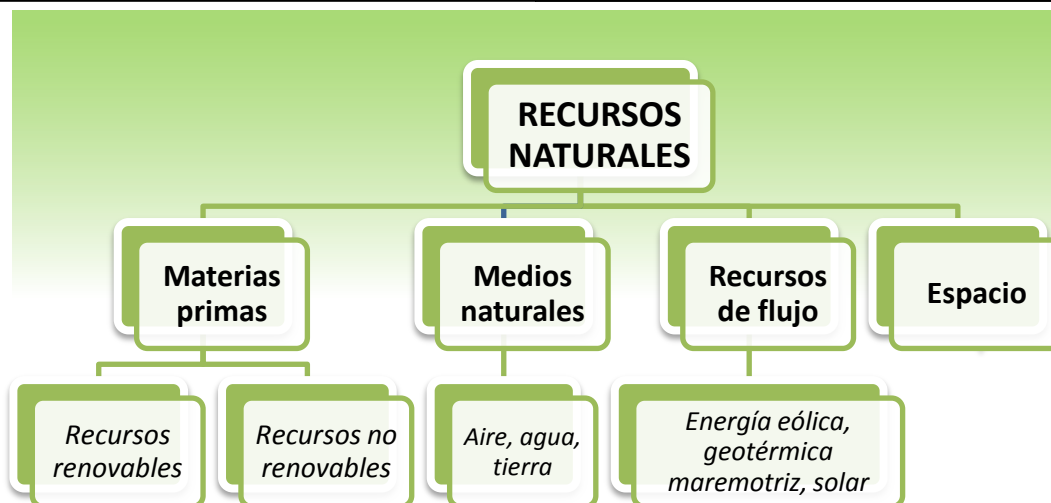


Figura 1.1 Clasificación de los recursos naturales. Fuente: elaboración propia a partir de Doménech (2007)

Con todo esto, hay que destacar que la concienciación alrededor del pensamiento de que los recursos naturales son finitos y no pueden ser aprovechados de forma irracional crece y se arraiga cada vez más en la sociedad actual. A esta tendencia han contribuido multitud de informes y eventos de importante calado. Entre ellos cabe destacar la creación en 1983 de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, cuyo objetivo era establecer estrategias ambientales a largo plazo para conseguir un desarrollo económico racional en el año 2000. El resultado del trabajo de esta Comisión fue la publicación en 1987 del Informe Brundtland (CMMAD, 1987). Este texto recoge por primera vez el término de “*sustainable development*”, es decir, desarrollo sostenible, que tanta repercusión tiene en la actualidad.

En el *Informe Brundtland*, el término “desarrollo sostenible” se define como “un proceso de cambio en el cual, la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y la modificación de las instituciones están acordes e incrementan el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas”. Según el informe, para que el desarrollo pueda considerarse sostenible debe cumplir una serie de premisas:

- Será necesario satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas.
- El crecimiento económico debe asociarse a un crecimiento del capital productivo que no dañe al medio ambiente.
- La promoción de un cambio social y económico que favorezcan niveles de consumo dentro de los límites ecológicos del planeta.
- La explotación racional de los ecosistemas, sin comprometer los sistemas naturales que sostienen el planeta.



Como se puede ver en la Figura 1.2 el desarrollo sostenible se estructura en tres dimensiones interrelacionada: la vertiente ambiental, la vertiente económica y la vertiente social. Es importante resaltar que el fracaso de una supondría el fracaso del objetivo final. Por tanto no puede obviarse ninguna de ellas.

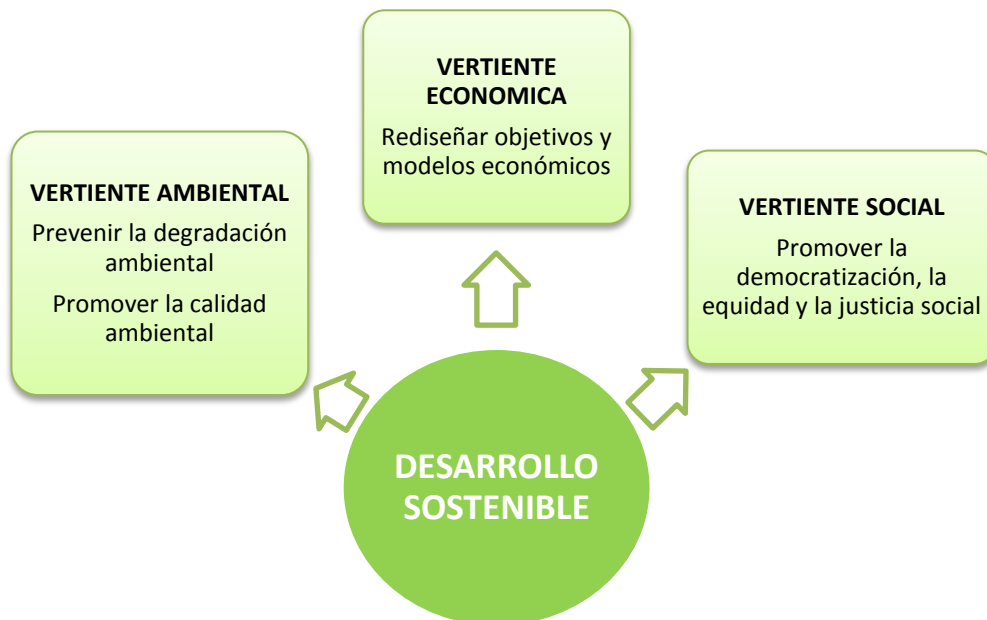


Figura 1.2 Las vertientes del desarrollo sostenible. Fuente: Fidélis (2001)

Dado el contexto económico internacional actual, los mecanismos de desarrollo sostenible deben convertirse en las herramientas que contribuyan al crecimiento económico de los países que componen nuestra civilización. El modelo de crecimiento basado en una explotación sin control de los recursos está obsoleto y la prueba más fehaciente es la profunda crisis económica que asola los países industrializados y que está poniendo en riesgo la estabilidad y el bienestar de la sociedad actual.

1.2. EL CAMBIO CLIMÁTICO

1.2.1. Emisiones antropogénicas

Nuestro planeta está rodeado por la atmósfera, una capa de gases que ofrece protección frente al espacio exterior. Su composición es básicamente nitrógeno (78,3%), oxígeno (21,0%), argón (0,3%), CO₂ (0,03%) y otros gases en cantidades menores como helio, neón y xenón. Sin embargo existen otros gases sin los cuales sería imposible que la Tierra albergara vida; se trata de los gases de efecto invernadero (GEI). Como se observa en la Figura 1.3, estos gases tienen la propiedad de absorber una parte de las radiaciones solares reflejadas por la superficie de la Tierra y devolverlas de nuevo a la superficie: es lo que se conoce como efecto invernadero. Este efecto propicia un aumento de las temperaturas en la superficie terrestre que la hace susceptible de albergar vida.



Figura 1.3 Diagrama del efecto invernadero. Fuente: UNEP-GRID-Arendal (2002)

Sin embargo, muchas actividades humanas tienen como resultado la emisión a la atmósfera de GEI de origen no natural. Esto ha generado un incremento en la concentración de este tipo de gases en la atmósfera que se desconoce si romperá el delicado equilibrio que mantiene estabilizada la temperatura de la Tierra.

Desde hace varias décadas, diferentes autores (Schneider, 1989; Houghton y Woodwell, 1989; Dixon *et al.*, 1994; Masera, 1995) afirman que de entre todos los GEI con origen antropogénico, CO₂ es el que se emite en mayor cantidad a la atmósfera. Sin embargo, otros gases expulsados en concentraciones menores tales como metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), clorofluorocarbonos (CFC) y ozono (O₃), producen el mismo efecto o incluso más acentuado. Muchos de estos gases, según se observa en la Tabla 1.1, tienen tiempos de vida (residencia atmosférica) que van desde décadas hasta centenares de años. Por otro lado, los cambios en las concentraciones de estos GEI que se dan en la atmósfera responden lentamente a los cambios que se dan en las tasas de emisión (Goudie, 1990).



1. INTRODUCCIÓN

Gas	Fuentes antropogénicas	Concentración (ppm)		Incremento anual de la concentración	Tiempo de residencia en la atmósfera (años)
		Preindustrial	Actual		
CO ₂	Uso de combustibles fósiles y leña, deforestación	275	353	0,5%	50-200
CH ₄	Cultivo de arroz, ganado, basurero, uso de combustibles fósiles	800	1,720	0,9%	10
NO _x	Fertilizantes químicos	285	310	0,2%	150-180
CFC	Aerosoles, refrigerantes, aislantes	0	0,003	5%	65-130

Tabla 1.1 Características de los principales Gases de Efecto Invernadero. Fuente: Goudie (1990)

Desde la Revolución Industrial, la concentración de CO₂ atmosférico se ha incrementado de forma alarmante a causa del empleo de combustibles fósiles al tiempo que la temperatura terrestre se ha elevado una media de 0,74°C (IPCC, 2007), tal como se muestra en la Figura 1.4. Según el informe del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) del año 2001 (IPCC, 2001), la concentración de CO₂ atmosférico en el año 1999 ascendió hasta 367 ppm, lo que supone un incremento del 31% con respecto a los niveles del año 1750. Para el mismo periodo de tiempo, las concentraciones de metano y dióxido de nitrógeno se incrementaron un 150% y un 16% respectivamente (Doménech, 2007). Algunos modelos predicen que en el año 2100, la concentración de CO₂ atmosférico podría llegar a 970 ppm, lo que supondría triplicar los niveles actuales, lo que supondría que la temperatura media de la Tierra ascenderá entre 2 y 4°C con respecto al año 1990 (IPCC, 2007).

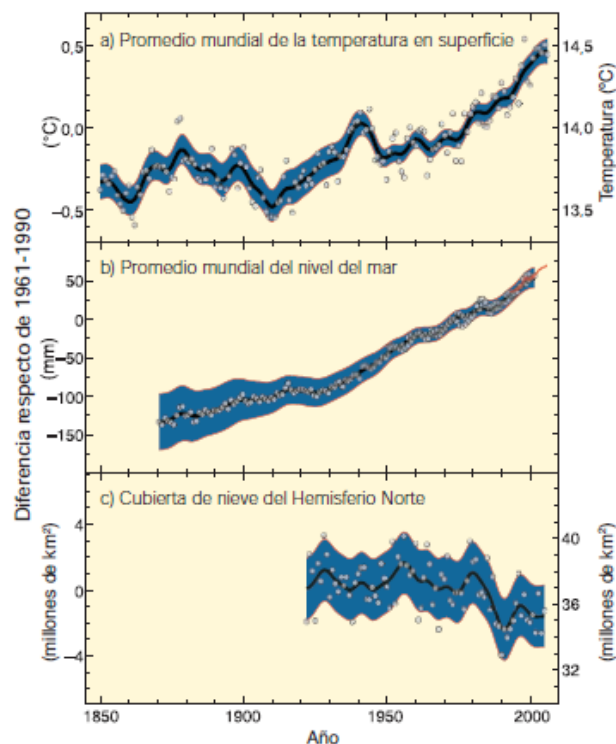


Figura 1.4 Cambios en la temperatura, en el nivel del mar y en la cubierta de nieve del Hemisferio Norte. Fuente: IPCC (2007)



1. INTRODUCCIÓN

Según IPCC (2007), 30.000 millones de toneladas de CO₂ son arrojadas anualmente a la atmósfera en todo el planeta debido a la quema de combustibles y cambio de uso de suelo. De estas 30.000 millones de toneladas un 60% (18.000 millones de toneladas de CO₂) son absorbidas gracias al efecto regulador del planeta Tierra. Los principales emisores son los países miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), responsables del 51% de las emisiones anuales. En segundo lugar aparecen los EE.UU., con 5.500 millones de toneladas anuales, lo que supone aproximadamente el 22%. Les siguen los países miembros de la antigua URSS, con un 14% y China con un 13%. En la Figura 1.5 se puede observar el mapa promedio de las emisiones de CO₂ per cápita de cada país del mundo durante el período 2006-2007.

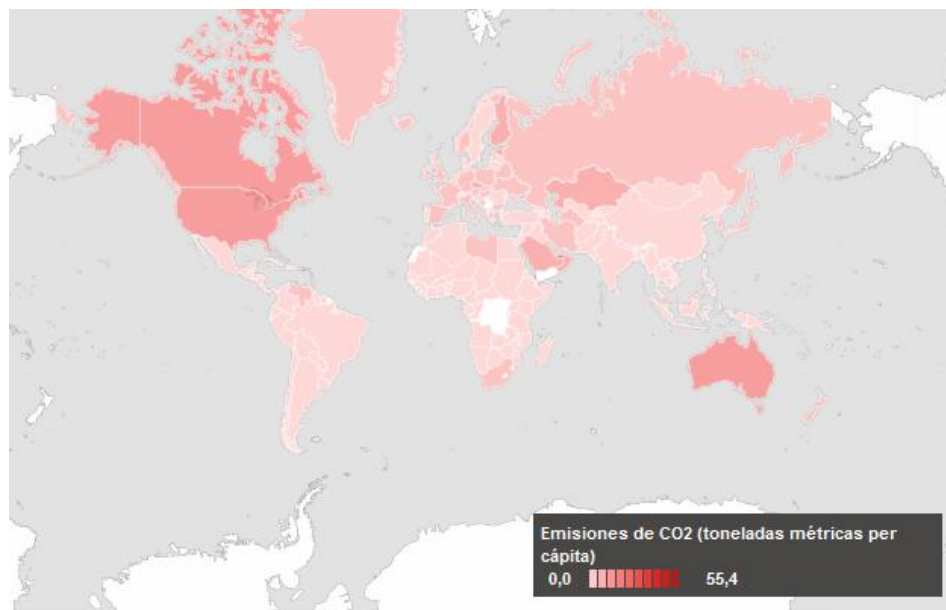


Figura 1.5 Emisiones de CO₂ mundiales en toneladas métricas per cápita. Fuente: Banco Mundial (2011a)

En la Tabla 1.2 se detalla la información mostrada en el mapa. Destacan las primeras posiciones que alcanzan los países de Oriente Medio, consecuencia del desarrollo económico fuertemente desordenado que están experimentando y de la ausencia de políticas medioambientales que ayuden a reducir estas emisiones.

PAIS	Toneladas de CO ₂ emitidas per cápita		
	Año 2006	Año 2007	Promedio 2006 - 2007
Qatar	49,5	55,4	52,45
Kuwait	33,2	32,3	32,75
Emiratos Árabes Unidos	28,7	31,0	29,85
Bahréin	28,6	29,6	29,10
Trinidad y Tobago	26,0	27,9	26,95
Luxemburgo	23,9	22,6	23,25

Tabla 1.2 Emisiones de CO₂ per cápita en el periodo 2006-2007. Fuente: Banco Mundial (2011b)



1.2.2. Acuerdos internacionales en materia de cambio climático

Pese al consenso que existe dentro de todos los organismos e instituciones científicas de la UN, el cambio climático es un tema que sigue estando en debate. Esto se debe principalmente a las fuertes discrepancias que existen dentro de la comunidad científica en torno a sus causas y consecuencias.

En 1979, se celebró en Ginebra la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima. En ella, comenzaron a alzarse las primeras voces de alarma que advertían de la amenaza mundial del calentamiento de la Tierra. Sin embargo, no fue hasta 1987, con la publicación del *Informe Brundtland*, cuando el cambio climático comenzó a introducirse en el escenario político internacional. Como respuesta a la amenaza del cambio climático, desde la UN surge entre otras iniciativas, la creación del IPCC. Se trata de una comisión interdisciplinar e internacional de científicos encargados de estudiar el problema del cambio climático, analizando sus evidencias científicas, evaluando sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas y formulando estrategias de respuesta realistas.

La primera iniciativa a nivel mundial en favor de la lucha contra el cambio climático surgió en el seno de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en 1992 en Río de Janeiro (más conocida como “Cumbre de Río” o “Cumbre de la Tierra”). En esta Conferencia se adoptó, entre otros tratados internacionales, la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático” (UN, 1992) cuyo documento fija el objetivo de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Se declara asimismo que ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Posteriormente, el segundo informe del IPCC publicado en 1996 reveló que los esfuerzos de reducción de emisiones de GEI estaban resultando insuficientes. A raíz del informe, se celebró en 1997 la Tercera Conferencia de las Partes de la Convención Marco sobre Cambio Climático, que culminó con la firma del “Protocolo de Kioto” (UN, 1998). En este acuerdo se adquirió por parte de los países participantes un compromiso de reducir las emisiones globales de GEI en un 5,2%, hasta alcanzar los niveles de 1990. El horizonte temporal para alcanzar estas cifras se situaba en el año 2012, tal y como se muestra en la Figura 1.6.

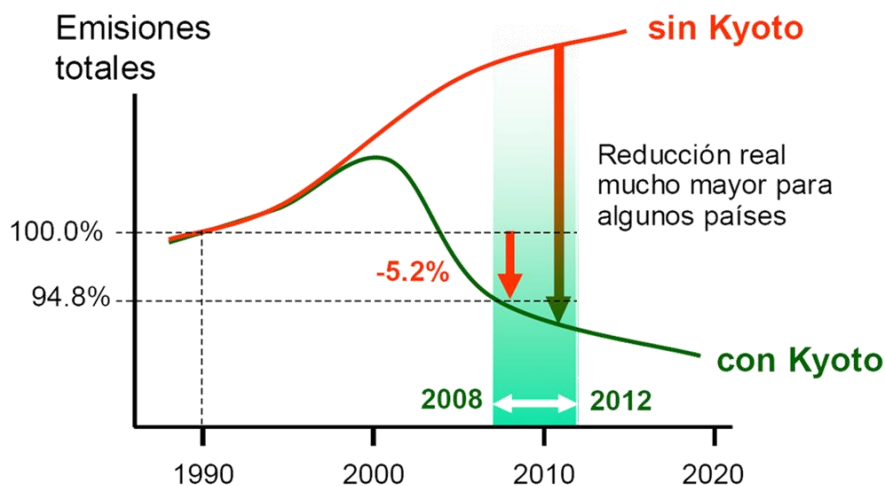


Figura 1.6 Compromisos de reducción de emisiones del Protocolo de Kioto.

Paralelamente, en el Protocolo de Kioto se establecen una serie de políticas y medidas que contribuyan a cumplir los objetivos establecidos. Entre ellas podemos destacar el fomento de las energías renovables y de la agricultura sostenible; la promoción de sumideros de carbono derivados de la gestión forestal sostenible así como de la investigación en nuevas fuentes de energía y tecnologías para el secuestro de carbono; el establecimiento de programas que mejoren los factores de emisión limitando el aumento de emisiones así como la promoción de la transferencia de tecnologías y procedimientos ambientalmente racionales a los países en vías de desarrollo, entre otras.

La situación actual en materia de reducción de emisiones es poco esperanzadora para los países de la UE, ya que conforma el grupo de países más alejado del cumplimiento de los actuales acuerdos internacionales (UNFCC, 2009). En la Última “Convención de las Partes” celebrada en Durban en noviembre del 2011, se acordó extender el plazo de cumplimiento del Protocolo de Kioto hasta el año 2015. Aún así, la cumbre logró la firma de un segundo plazo de este tratado que se aplica a los países desarrollados firmantes del Protocolo. De esta manera se fijó la fecha de inicio del segundo periodo de compromiso de Kioto para el año 2013, con lo que se evita un vacío en la lucha contra el cambio climático, pero deja para posteriores reuniones su fecha de finalización. Hasta la próxima conferencia sobre el clima, que tendrá lugar en Qatar en 2012, no se formulará un nuevo acuerdo que suceda al Protocolo de Kioto. Por tanto, en los próximos años deberán fijarse los objetivos de reducción de emisiones para los distintos países que formarán parte de este tratado.

1.2.3. La situación de las emisiones de GEI en España

El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España publica en su informe del año 2010 (OESE, 2010) que las emisiones de GEI per cápita en España tienden a reducirse en mayor medida que las emisiones medias del conjunto de los países de la OCDE y de Europa. Sin embargo, las emisiones per cápita españolas siguen siendo mayores que las de la media mundial, tal como muestra la Figura 1.7.

Emisiones de GEI per cápita Teq CO₂/Hab

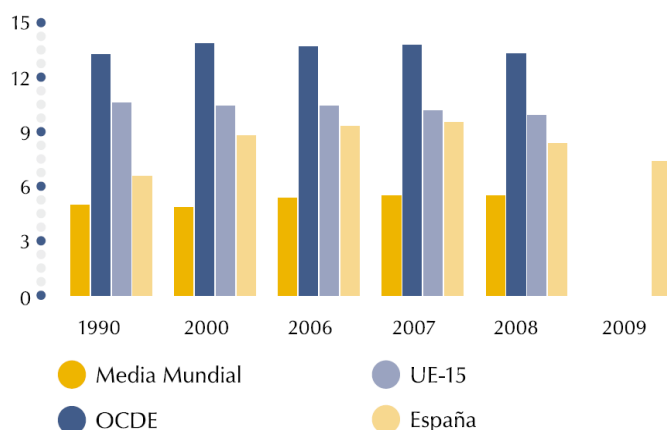


Figura 1.7 Promedio de misiones per cápita españolas de GEI en toneladas de CO₂-eq frente a distintos colectivos de países. Fuente: OESE (2010)

En la Figura 1.8 se aprecia la evolución de las emisiones de GEI en España durante el periodo 1990-2009. Puede verse que la tendencia en los últimos años es descendente, alcanzando en el año 2009 niveles equivalentes al año 1999. Según la Oficina de Cambio Climático, las emisiones de GEI en España en el año 2009 fueron de 367.543 kilotoneladas de CO₂-eq. Sin embargo, el objetivo establecido en el Protocolo de Kioto para España cifra las emisiones de GEI en 289.757 kilotoneladas de CO₂-eq para el año 2012, en virtud al acuerdo original. Esto supone que España tendrá que reducir sus emisiones en 77.786 kilotoneladas de CO₂-eq durante el periodo 2010-2012, lo que equivale a una de reducción del 26,8% respecto a las emisiones del año 2009.

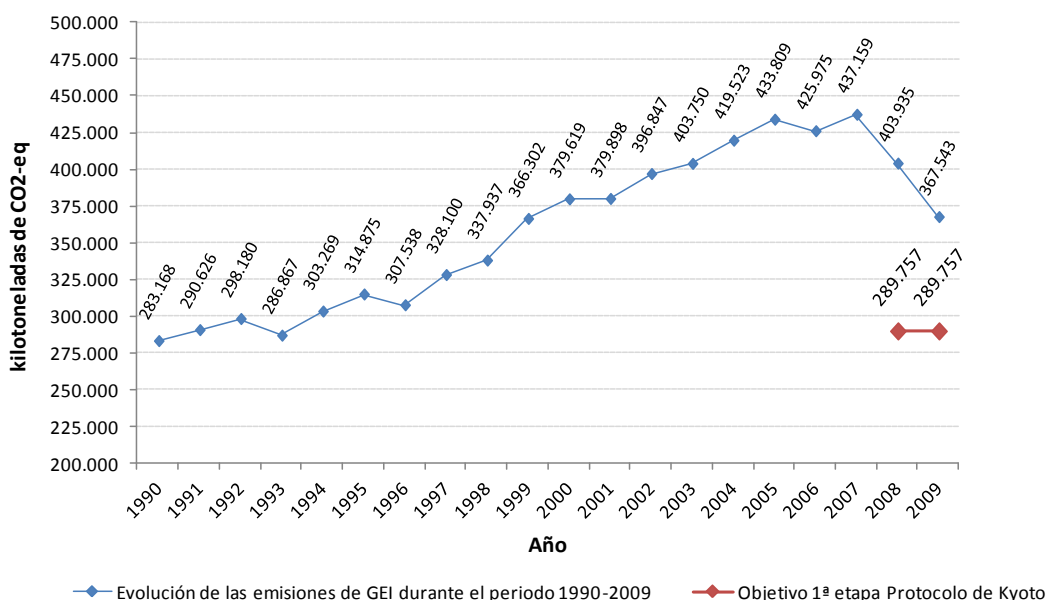


Figura 1.8 Inventario de emisiones de GEI de España (1990-2009). Fuente: MARM (2011)

En la Figura 1.9 se puede observar como el CO₂ es el principal GEI emitido en España con casi el 81% de las emisiones en el año 2009, seguido del metano con el 10% y del óxido nítrico con el 7%.

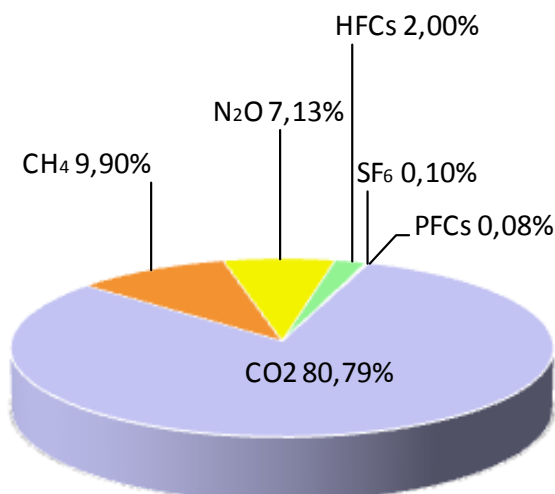
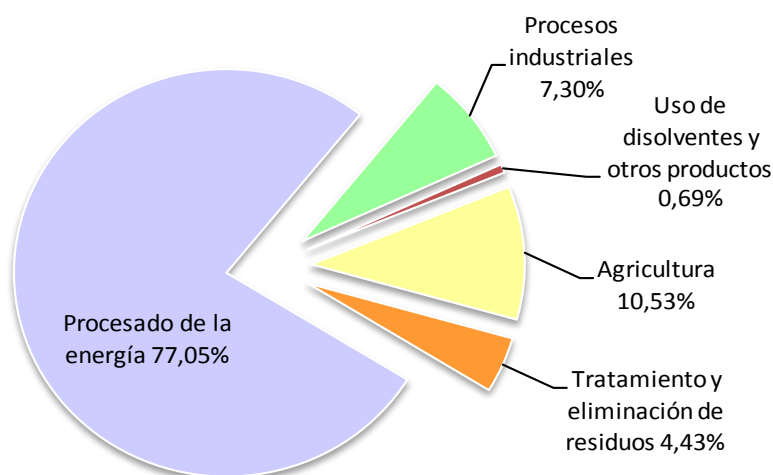


Figura 1.9 Porcentaje de emisiones de GEI por gases en España (2009). Fuente: MARM (2011)

Si atendemos a las emisiones por sector de actividad (Figura 1.10) el procesado de la energía es el responsable del 77% de las emisiones de GEI, seguido por la agricultura con un 11% y los procesos industriales con cerca del 7%. De esta manera, se revela al sector energético como el principal responsable de la emisión de GEI, siendo mucho menor la aportación del resto de sectores.



**Figura 1.10 Porcentaje de emisiones de GEI por sector de actividad español (2009)
Fuente: MARM (2011)**

A pesar de los esfuerzos mundiales de reducción de emisiones de GEI la temperatura media de la Tierra continúa incrementándose, tal como muestran los sucesivos informes publicados por el IPCC. Las consecuencias de este incremento de la temperatura terrestre resultan inciertas aunque en España ya se están dejando notar algunas de ellas (Ozcariz *et al.*, 2008):



1. Se ha producido una subida de temperatura de 1,2 y 1,5°C, doblando la subida de temperatura media mundial que es de 0,7°C.
2. En cuanto a las precipitaciones se puede afirmar que a partir de la mitad del siglo XX se han producido disminuciones claras en ciertas zonas.
3. El nivel del mar ha aumentado y se han producido cambios en los oleajes.
4. En algunas plantas y animales se han observado cambios en cuanto a su distribución y a su fenología, es decir, muchas plantas adelantan su floración debido a que las temperaturas en invierno son más altas.
5. En España se han vivido en los últimos años fenómenos climáticos extremos, por un lado sequías fuertes como la acontecida en el 2003 y por otro lado las grandes inundaciones que han tenido lugar en el invierno del 2009 en Andalucía y el sur de Francia.

1.2.4. El ciclo del carbono

El ciclo global del carbono

La composición de la atmósfera terrestre ha variado mucho en el curso de tiempos geológicos. Antes de la aparición de la vida, la atmósfera estaba dominada por gas carbónico producido por las erupciones volcánicas, como es aún el caso para los planetas sin vida que nos rodean, Venus y Marte. La fotosíntesis, que comenzó hace por lo menos tres mil millones de años, fijó cantidades considerables de carbono y liberó oxígeno que primero oxidó la superficie terrestre, primitivamente reductora y permitió la acumulación de oxígeno libre desde hace aproximadamente 2.000 millones de años (Schlesinger, 1991). En el curso de los tiempos geológicos, la absorción del CO₂ por la fotosíntesis y la incorporación de grandes cantidades de carbono en las rocas sedimentarias, redujeron progresivamente el contenido de CO₂ del aire. Al final de la era secundaria, cuando se extinguieron los dinosaurios, aún había aproximadamente dos veces más de CO₂ que en 1800, antes de la era industrial (Berner, 1994).

La composición actual de la atmósfera resulta de un equilibrio entre procesos biológicos como la fotosíntesis y la respiración, así como de procesos fisicoquímicos como la absorción del CO₂ en aguas frías oceánicas, subsaturadas de CO₂ y su liberación por aguas calientes, sobresaturadas de CO₂. El equilibrio natural de estos dos ciclos que condujo a estos bajos contenidos de CO₂ está siendo actualmente modificado a escala global por las actividades del hombre debido a los procesos de quema de combustibles fósiles y cambio de uso de suelo.

El carbono en la naturaleza se encuentra por doquier. En el agua bajo la forma de compuestos carbónicos disueltos (los carbonatos), y en el aire como CO₂. Todos los organismos vivos están constituidos por compuestos de carbono, que obtienen como resultado de sus procesos metabólicos realizados durante su crecimiento y desarrollo, y que son liberados cuando éstos mueren. Aproximadamente, el 50% del peso seco de cualquier organismo lo constituye este elemento, por lo que es uno de los más importantes para la vida (Smith *et al.*, 1993).



1. INTRODUCCIÓN

El ciclo del carbono comienza con la fijación del CO_2 atmosférico a través de los procesos de la fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, el CO_2 y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno en forma simultánea, que pasa a la atmósfera. Parte del carbohidrato se consume directamente para suministrar energía a la planta, y el CO_2 así formado se libera a través de sus hojas o de sus raíces. Otra parte es consumida por los animales, que también respiran y liberan CO_2 . Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por microorganismos del suelo, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en CO_2 y regrese a la atmósfera (Schimel, 1995; Smith *et al.*, 1993).

La fijación de carbono por bacterias y animales es otra vía de reducción de la concentración de CO_2 atmosférico, aunque cuantitativamente menos importante que la fijación de carbono por las plantas. Cuando los organismos vegetales son comprimidos, sin ser atacados por las bacterias, pueden sufrir una serie de cambios químicos para formar turba, luego lignito y finalmente carbón. Los cuerpos de algunos organismos marinos pueden sufrir cambios semejantes y formar, en un largo periodo, petróleo. Estos fenómenos significan la sustracción de parte del carbono al ciclo, pero más tarde los trastornos geológicos o las obras de minería o perforación realizadas por el hombre llevan a la superficie el carbón o el petróleo, que será quemado hasta convertirlo en CO_2 , volviendo en esta forma al ciclo inicial.

La mayor parte del carbono de la Tierra se encuentra en rocas bajo la forma de carbonatos, como la piedra caliza y el mármol. Las rocas se gastan poco a poco y con el tiempo los carbonatos vuelven al ciclo del carbono. Sin embargo, en el fondo del mar se forman otras rocas a partir de los sedimentos de animales y plantas muertas, de modo que la cantidad de carbono en el ciclo permanece casi constante (Sampson *et al.*, 1993). En la Figura 1.11 se muestra un esquema del ciclo de carbono con indicación del tamaño del reservorio y de los flujos existentes.

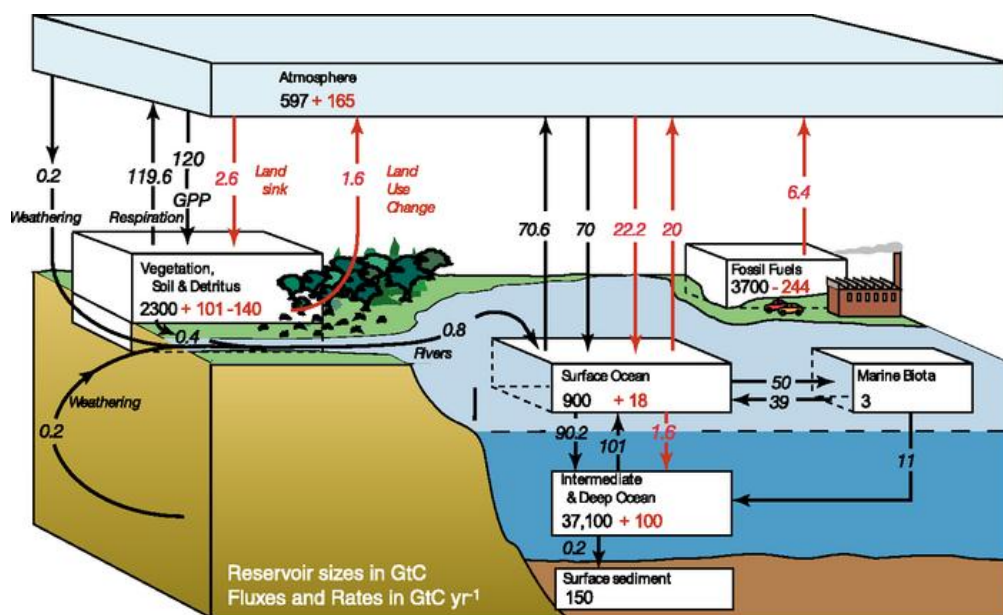


Figura 1.11 Ciclo de carbono. Fuente: IPCC (2007)



Los últimos estudios de la Agencia de Protección de Medio Ambiente de los Estados Unidos calculan un aumento del CO₂ dentro del ciclo del carbono de $1,3 \pm 1,5$ Gt (Giga toneladas = 10^9 toneladas) anuales, resultado del siguiente conjunto de procesos:

- Emisiones por quema de combustibles fósiles y producción de cemento ($5,5 \text{ Gt} \pm 0,5 \text{ Gt}$ anuales).
- Emisiones por cambio de uso de suelo ($1,6 \text{ Gt} \pm 1,0 \text{ Gt}$ anuales).
- Captación marina ($2,0 \pm 0,8 \text{ Gt}$ anuales).
- Aumento de almacenamiento en la atmósfera ($3,3 \pm 0,2 \text{ Gt}$ anuales).
- Captación por crecimiento forestal del hemisferio norte ($0,5 \pm 0,5 \text{ Gt}$ anuales).

Flujos y almacenes de carbono en sistemas forestales

Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% de flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra (Montoya *et al.*, 1995). Por ello, la gestión forestal puede compensar las crecientes emisiones de CO₂ en dos formas (Montoya, 2008):

- a) Al desarrollar nuevas reservas de CO₂, incrementando la masa de material maderable tanto por medio del crecimiento de árboles como por la extracción de madera. Para lograr mayor efectividad, la madera extraída deberá convertirse en productos duraderos o emplearla como biocombustible en sustitución de combustibles fósiles. Un bosque maduro generalmente alcanza un balance de equilibrio al igualarse la fijación por fotosíntesis con la respiración. En largo plazo, el carbono capturado tanto en sistemas forestales como en sistemas agroforestales podría alcanzar entre 80 y 350 toneladas de carbono por hectárea.
- b) Protección de los bosques y suelos naturales que almacenan carbono. Cuando se destruye el bosque, entre 50 y 400 toneladas de carbono pueden ser liberadas a la atmósfera por hectárea. Conservar los almacenes de carbono puede ser un camino válido para mitigar la emisión. En este contexto los procesos de almacenaje son válidos sin son de largo plazo. Mientras que la protección de un área forestal puede inducir la presión en otra, se requieren esquemas integrados de gestión de recursos y protección.

Otro factor que influye en la importancia de la fijación de CO₂ a través de los sistemas forestales es que por cada tonelada de carbono absorbido en la biomasa forestal, la cantidad de CO₂ en la atmósfera se reduce en 3,7 toneladas. Esto es debido a la conformación química que tienen los compuestos carbonados de las plantas frente al CO₂ libre en la atmósfera.

La superficie forestal estimada en la tierra es de $4,1 \times 10^9$ ha, donde los espacios naturales protegidos abarcan el 2,3% de esta superficie, lo que supone menos del 10% de la superficie que se encuentra bajo gestión. Aproximadamente el 37% de carbono se encuentra en latitudes bajas (0° a 25° lat.), 14% en las medias (25° a 50° lat.) y 49% en las altas (50° a 75° lat.). Es por esto que Dixon *et al.* (1994) afirman que la proporción de carbono capturado por la vegetación y suelo difiere en cuanto a su ubicación geográfica respecto de su latitud, dos terceras partes del carbono de los ecosistemas forestales se encuentra contenido en el suelo.



Los biomas boreales circumpolares tienen una cobertura de 2×10^9 ha en el hemisferio norte y contienen 800 Gt de Carbono en reservas de carbono contenido en la biomasa, detritus, suelo y turba. En los ecosistemas forestales boreales, la biomasa, el detritus, la turba (con 419 Gt de Carbono) y el suelo (con 290 Gt de Carbono) contienen en su totalidad 709 Gt de Carbono (Apps *et al.*, 1993). Los bosques tropicales almacenan en la vegetación y el suelo 159 Gt de Carbono y 216 Gt de Carbono, respectivamente, para un total de 375 Gt de Carbono (Brown *et al.*, 1993).

Actualmente la deforestación y la degradación forestal son factores importantes en el contexto del cambio climático, puesto que producen emisiones netas de CO₂. Además generan grandes problemas locales y regionales, como el incremento de la erosión y la reducción de acuíferos, entre otros. Sin embargo, se ha estimado que, combinando estrategias de conservación forestal con proyectos de reforestación en todo el mundo, los bosques podrían resultar en un sumidero neto de carbono durante los próximos cien años, permitiendo reducir de 20 a 50% las emisiones netas de dióxido de carbono a la atmósfera (IPCC, 1995).



1.3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

1.3.1. El concepto de indicador

Los indicadores son instrumentos que contribuyen a la comprensión de un fenómeno por medio de indicios o señales que, por lo general, cuantifican una magnitud (Martínez, 1980). Es decir, son herramientas que nos permiten un mejor conocimiento de un sistema complejo, a través del estudio de atributos indirectos del mismo. Estos atributos pueden identificarse con variables, tanto cuantitativas como cualitativas (Quiroga, 2001). Su empleo se justifica por la necesidad de tomar decisiones sobre el sistema estudiado. Un indicador debe ser capaz de ofrecer información relevante sobre el sistema en estudio y ser sensible a los cambios que este experimente en el tiempo. Las características que debe poseer un indicador son las siguientes:

1. Relevancia: capacidad para mostrar los efectos principales de las actividades estudiadas (MMA, 2000; Gallopín, 2006).
2. Robustez: característica que engloba los siguientes atributos:
 - Defendible teóricamente, es decir, basado en asunciones probadas y contrastables (Moffat *et al.*, 2001).
 - Fiable, es decir, capaz de reflejar con precisión la realidad y sus cambios (Bermejo, 2001).
 - Reproducible, lo que significa que sus resultados deben ser los mismos ante una misma situación (Moffat *et al.*, 2001).
 - Sensible, es decir, capaz de recoger las modificaciones del sistema estudiado (Gallopín, 1997).
 - Comparable, esto es, que permita conocer su evolución en el tiempo (MMA, 2000; Bermejo, 2001).
3. Viabilidad: hace referencia a tres cuestiones:
 - Sencillez y claridad técnica: esto supone que el método de cálculo sea simple y que esté libre de ambigüedades (Moffat *et al.*, 2001).
 - Disponibilidad de datos: el indicador debe requerir un número razonable de datos y que no sean difíciles de obtener (Moffat *et al.*, 2001; Gallopín, 2006).
 - Capacidad de comunicación: debe ser fácilmente comprensible por las partes interesadas (Bermejo, 2001).
4. Utilidad para los decisores: en este sentido, se considera positiva la capacidad del indicador para identificar objetivos, identificar tendencias, predecir y modelar y ser aplicado a distintos niveles (Moffat *et al.*, 2001).

Las funciones que pueden desempeñar la mayoría de indicadores se pueden resumir en tres:



1. Simplificación: representar la realidad reduciendo el número de componentes.
2. Cuantificación: medir la realidad estudiada y en el caso de indicadores cualitativos ser capaces de establecer una escala o graduación.
3. Comunicación: transmitir información acerca del sistema en estudio.

1.3.2. Indicadores relacionados con el desarrollo sostenible

Partiendo de la definición del concepto de indicador propuesta en el punto anterior, puede deducirse que los indicadores relacionados con el desarrollo sostenible comparten las características comunes a todos los indicadores, con la particularidad de constituir variables relacionadas con cuestiones clave para el logro del bienestar económico, social, medioambiental e institucional de la sociedad.

Sin embargo el carácter ciertamente difuso del concepto de “desarrollo sostenible” conduce a una serie de indefiniciones conceptuales y terminológicas entorno a estos indicadores que conviene mencionar. En primer lugar existen distintos criterios a la hora de definir a los indicadores relacionados con el desarrollo sostenible. Indistintamente se emplean términos como “indicadores de sostenibilidad” o “indicadores de desarrollo sostenible” sin que exista una definición unificada del concepto. En este sentido, para Quiroga (2001) los “indicadores de desarrollo sostenible” se interpretan como un conjunto de señales que facilitan la evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible, es decir, hacia la mejora de la productividad económica, la equidad social y la preservación de las funciones ecológicas. Desde otro punto de vista, Opschoor y Reijnders (1991) conciben este tipo de indicadores de forma que sean variables capaces de medir la brecha entre el desarrollo actual y el definido como sostenible de acuerdo a algún criterio específico.

En segundo lugar, como se explicó anteriormente, el desarrollo sostenible tiene tres vertientes diferenciadas (social, ambiental y económica). Tiene sentido pensar que los indicadores de desarrollo sostenible abarquen cuestiones relacionadas con cualquiera de las tres perspectivas. De esta manera se diferencian indicadores de sostenibilidad social (por ejemplo tasa de alfabetización), ambiental (por ejemplo emisiones de CO₂), económica (como el PIB). Sin embargo es común que al hablar de indicadores de sostenibilidad se suela hacer referencia a aquellos indicadores que midan el “desarrollo sostenible” desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental.

En tercer lugar es necesario establecer de forma unánime cuál es el umbral de la sostenibilidad. Es decir, es necesario delimitar los márgenes de la sostenibilidad estableciendo valores de referencia con los que se contrastarán los valores calculados en los análisis de sostenibilidad.

En cuarto lugar existe confusión al establecer las diferencias conceptuales entre los términos: “indicador medioambiental” e “indicador de sostenibilidad ambiental”. Meadows (1998) señala diferencias específicas entre indicadores ambientales e indicadores de sostenibilidad y afirma que los primeros llegan a ser los segundos al incorporar plazos, límites u objetivos; sin embargo, este punto de vista tiene el inconveniente de incorporar al concepto del indicador



elementos ajenos a la herramienta restándole objetividad, ya que un indicador mide, no concluye. Para Barros (2006), los indicadores ambientales están relacionados con la protección al medio ambiente, mientras que los indicadores de desarrollo sostenible muestran los avances en las actividades económicas que son compatibles con la sostenibilidad ambiental de un territorio.

Para dar respuesta a estas ambigüedades terminológicas es necesario establecer un criterio estandarizado que unifique los diferentes criterios conceptuales, facilitando así su comprensión y permitiendo así desarrollar todo su potencial comunicativo dentro de su función de comunicación.

Clasificación de los indicadores relacionados con el desarrollo sostenible

En la actualidad existen infinidad de indicadores relacionados con la sostenibilidad. Solo en la categoría de indicadores ambientales existen más de 2.000 (Carballo, 2010). Su agrupación y clasificación resulta compleja, pues existen multitud de criterios y aspectos que pueden tenerse en cuenta. Por este motivo existen diversas clasificaciones en torno a las cuales agrupar a los indicadores. En primer lugar la clasificación que Quiroga (2001) y González Laxe (2007) establecen basándose en criterios temporales, según la cual, los indicadores se clasifican en tres tipos según la época en que fueron desarrollados y las vertientes del desarrollo sostenible que engloban (primera, segunda y tercera generación). Otro criterio de clasificación a destacar está constituido por el grado de complejidad que soportan los indicadores. De esta manera se distinguen “indicadores simples” (o desagregados) elaborados a partir de mediciones directas e “indicadores complejos” (también llamados agregados o sintéticos) obtenidos a partir de varios indicadores simples. Otros autores prefieren clasificar los indicadores en función de los elementos ambientales a los que se refieren. De esta manera, Jacobs (1996) establece dos tipos de indicadores:

- **Primarios:** miden las características de elementos ambientales tales como suelo, flora, biodiversidad etc.
- **Secundarios:** miden la actividad económica que interfiere en los indicadores primarios. Es el caso de la medición de emisiones contaminantes, explotación de un recurso etc.

Respecto al número de indicadores a emplear para medir la sostenibilidad de un sistema existen diferentes opiniones y criterios. Hay que partir de la premisa que la elección de un mayor número de indicadores permiten describir mejor la realidad estudiada, sin embargo la elección de un número excesivo convertiría la información en poco manejable. El empleo de un solo indicador general con capacidad de capturar las cuestiones más relevantes del desarrollo sostenible fue muy empleado en los años noventa. En este tipo de indicadores se valora sobre todo la capacidad de sintetizar la información. Sin embargo, el proceso de agregación que experimentan para poder contemplar los distintos impactos que recogen supone una desventaja, ya que es posible que en las transformaciones se pierda información relevante ocultando así cuestiones que pueden ser transcendentales (Chambers, 2001). Aún así, no existe consenso y si bien es cierto es que el empleo de indicadores agregados supone



un riesgo por simplificación del objeto en estudio, también pueden suponer un avance con respecto de la dispersión de indicadores ambientales existentes (Cano, 2004).

Algunos indicadores relacionados con el desarrollo sostenible

Una vez presentada la clasificación, conviene destacar algunos indicadores de carácter físico y sintético que comparten atributos conceptuales con la Huella Ecológica (HE) y la Huella de Carbono (HC), cuya aproximación metodológica a su estimación resulta objeto de estudio en este proyecto.

En primer lugar aparece la “Energía Obtenida por Unidad de Energía Empleada”. Fue el primer indicador físico empleado en la economía ecológica. Conceptualmente se centra en el estudio de la eficiencia en el uso de energía en los procesos contenidos en los diferentes sectores económicos. Este indicador tiene como objetivo saber si los insumos energéticos de una actividad determinada son mayores o menores que la energía que se obtiene con dicha actividad. Por tanto, para que una economía sea sostenible, la productividad energética del trabajo humano debe ser igual o mayor que la eficiencia en transformar la energía obtenida a partir de dicho trabajo. El ejemplo del “minero y el agricultor” empleado por Podolinsky (Martínez Alier, 1998) resulta muy ilustrador: la productividad energética de un “minero de carbón” es mayor que la de un “leñador” cortando leña. Sin embargo, este excedente de energía es transitorio ya que las reservas de carbón no son renovables.

Otro indicador de estas características es la “Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta” desarrollado por Vitousek *et al.* (1986). Mide qué cantidad de la energía generada por los productores primarios y puesta a disposición para el resto de seres vivos es aprovechada por el hombre. Cuanto más elevada es la “Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta” menos biomasa permanece disponible para el resto de las especies. La presión sobre la “Producción Primaria Neta” no solo se ejecuta a través de la extracción directa recursos, sino también a través del uso del suelo.

También hay que destacar el indicador conocido como “Insumos Materiales por Unidad de Servicio”. Este indicador determina y cuantifica los materiales empleados directa o indirectamente para obtener una “unidad de servicio productivo” determinada. Este indicador responde a la pregunta de cuantas toneladas de insumos son necesarias para desempeñar una actividad humana. Por ello puede considerarse la antesala de la HE y de la HC, indicadores que serán presentados en los siguientes epígrafes.

1.3.3. La Huella Ecológica

Antecedentes de la Huella Ecológica

La HE surge como respuesta a la necesidad de contar con un indicador integrado que muestren el grado de sostenibilidad de un sistema en estudio de una forma clara, precisa y accesible a todos los públicos. El concepto fue ideado a principios de los años noventa por el suizo Mathis Wackernagel en su tesis doctoral (Wackernagel, 1991), en la cual trataba de desarrollar un indicador que midiera la apropiación de capacidad de carga en la *School of*



Community and Regional Planning de la Universidad de *British Columbia*. Wackernagel partía del concepto de “capacidad de carga”, el cual mide la máxima población de una especie que puede mantenerse de forma sostenible en un territorio determinado conservando los recursos.

Dada una población de una especie determinada en un ecosistema determinado que pone a su disposición una serie de recursos bióticos y bajo unas limitaciones ambientales determinadas, el crecimiento de dicha población encuentra su equilibrio en el punto de capacidad de carga, a partir del cual, población o biomasa permanecen constantes o tienden a decrecer. La utilización de un recurso renovable de forma sostenible implica que la tasa de explotación debe ser igual a la tasa de renovación. De esta manera, el máximo rendimiento sostenible se obtiene a la mitad de la máxima población.

Wackernagel decidió dar la vuelta al concepto de capacidad de carga y plantear el problema desde el enfoque opuesto. Dada una población con unas necesidades determinadas propuso estimar los recursos que necesitaría para satisfacer dichas necesidades. Es lo que denominó “apropiación de la capacidad de carga” (Wackernagel, 1991). En el año 1992, su tutor William Rees bautizó al indicador como HE, denominación que ha mantenido hasta hoy.

El concepto alcanzó su máxima difusión con la publicación en 1996 de la tesis de Wackernagel en el libro *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth* (Wackernagel y Rees, 1996). En esta obra, ambos autores mostraban la inquietud de elaborar un indicador que evaluara la sostenibilidad y salud ecológica del planeta. En consecuencia, el concepto de HE se definió en base a los principios del desarrollo sostenible: la satisfacción de las necesidades humanas debe estar restringida por los límites ecológicos de la naturaleza (vertiente ambiental) asegurando la calidad de vida de los habitantes del planeta. De esta manera, según Wackernagel y Rees, existen restricciones ecológicas que condicionan el desarrollo humano: para poder satisfacer sus necesidades, el ser humano requiere energía, recursos naturales y sumideros naturales que la biosfera le proporciona para absorber los residuos que genera. Esta dependencia de la Naturaleza implica una intensa alteración de los ecosistemas, ya que nuestra sociedad exige una gran cantidad de recursos para poder ser mantenida (Fisher-Kowalsky y Haberl, 1998). Este hecho afecta a la vida de las restantes especies, que necesitan los mismos recursos naturales que nosotros.

Según Vitousek *et al.* (1997) la alteración de los ecosistemas trae consigo dos graves consecuencias: el cambio climático y la pérdida irreversible de biodiversidad. Por tanto, economía y sociedad no pueden vivir al margen del medio ambiente, la humanidad debe mantenerse dentro de la capacidad de carga del planeta. Nuestra civilización ha desarrollado tecnologías que permiten adaptarnos temporalmente a la escasez de un determinado recurso. Somos capaces de transportar recursos de un lugar a otro, de modo que el comercio permite mantener a poblaciones con una carga superior a la capacidad de los territorios que habitan (Wackernagel *et al.*, 2004). De esta manera, las poblaciones humanas no están limitadas por la capacidad de carga local, sino por la disponibilidad de recursos a nivel global. Estas peculiaridades hacen que la aplicación del concepto de capacidad de carga en humanos no haga referencia a la máxima población que puede soportar un territorio, sino a la máxima



explotación de recursos que el territorio puede soportar (Wackernagel y Rees, 1996). De esta manera, el concepto no se centra en los individuos sino en su consumo total que llevan a cabo.

En los últimos treinta años han surgido distintos estudios que han tratado de determinar “cuanta naturaleza” empleamos los humanos para satisfacer nuestras necesidades. Ejemplos de ello son los trabajos de Odum (1996), Fisher-Kowalsky y Haberl (1998) o Rosen (2000). Sin embargo, el más influyente en el posterior desarrollo de la HE fue el llevado a cabo por Vitousek *et al.* (1986) y que trataba sobre la “Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta”. Vitousek partía de la premisa de que los organismos no fotosintetizadores dependen de la energía almacenada por los productores primarios, los cuales resultan ser captadores y transformadores de la energía proveniente del sol. La cantidad de energía disponible para ser capturada en la fotosíntesis por los productores primarios determina la cantidad de alimento disponible para el resto de seres vivos, por lo que esta resulta ser un factor limitante de los ecosistemas.

Los humanos nos apropiamos de “Producción Primaria Neta” de dos formas: directamente mediante el consumo de energía e indirectamente mediante la alteración de los ecosistemas. El desarrollo de la especie humana ha ido parejo al incremento de las necesidades de recursos, lo que ha conducido a que cada vez nos hayamos apropiado de una cantidad de energía mayor, reduciendo así la energía disponible para otras especies. Vitousek *et al.* (1986) estiman que la raza humana se apropia alrededor del 45% de la “Producción Primaria Neta” del planeta. Otros estudios (Inhoff *et al.*, 2004) estiman que la apropiación humana ronda el 20% de la “Producción Primaria Neta” terrestre, llegando a ser del 70% en algunas regiones del planeta, como por ejemplo Europa Occidental o Asia Central.

Partiendo de esta base Wackernagel y Rees (1996) defienden que el verdadero límite ecológico no es la energía solar que llega a la Tierra, sino lo que la Naturaleza produce con ella. De esta manera establecen la superficie como magnitud de medida, ya que esta es capaz de ofrecer información sobre el potencial fotosintético así como de la productividad del ecosistema gracias a los atributos bióticos y abióticos que posee. Además la superficie constituye un buen indicador sobre el cual medir el uso del capital natural y reconocer las actividades humanas. Así pues, Wackernagel y Rees elaboraron un indicador del impacto del hombre sobre los ecosistemas que emplea la superficie como unidad de medida. Sin embargo, para que la superficie pueda servir a este fin, hay que definir previamente sus atributos en términos de productividad.

Concepto de Huella Ecológica

La definición de HE, según la *Global Footprint Network* (GFN), organismo internacional cuyo principal objetivo es la difusión y la estandarización del cálculo de HE, es la siguiente: “medida de cuánta Superficie Biológicamente Productiva (SBP), incluyendo agua y tierra, precisa un individuo, población o actividad para obtener todos los recursos que consume y absorber los residuos que genera, empleando la tecnología y prácticas de gestión más frecuentes” (GFN, 2007). Así pues, Wackernagel y Rees propusieron una herramienta que determine cuánta superficie necesitan los habitantes de un determinado territorio para satisfacer sus necesidades, en términos de consumo de recursos y generación de residuos.



1. INTRODUCCIÓN

Para poder comprender bien el significado del concepto es necesario definir que entienden los autores por SBP. Para Wackernagel y Rees (1996), solo tiene interés aquella superficie que es capaz de producir recursos de los que los humanos pueden apropiarse. De esta manera, aquellos territorios que no son productivos en la manera en que no tienen capacidad de transformar la energía proveniente del sol en biomasa, ofreciendo así la disponibilidad de un recurso al hombre, no están contemplados en la definición de HE. La SBP abarca la superficie de tierra y agua que soporta una actividad fotosintética y una acumulación de biomasa que puede ser empleada por los humanos de forma significativa, excluyendo así áreas no productivas y marginales (GFN, 2006; 2007). Según esto, la GFN define cinco categorías de SBP: “tierra cultivada”, “pastos”, “bosques”, “superficie acuática” y “superficie construida”. Según la GFN (2006) existen 11.200 millones de hectáreas bioproductivas en nuestro planeta. En la Tabla 1.3 puede verse la disponibilidad de cada una de las categorías de SBP.

CATEGORIA DE SBP	SUPERFICIE (en millones de ha)
Cultivos	1.500
Pastos	3.400
Bosques	3.700
Superficie acuática	2.400
Superficie construida	200

Tabla 1.3 Superficie del Planeta por categorías de Superficie Biológicamente Productiva.
Fuente: GFN (2006)

De esta manera, se diferencian seis tipos de actividades humanas que requieren SBP. Asumiendo que cada actividad requiere principalmente un solo tipo de SBP, la relación entre actividades y SBP queda plasmada en la Tabla 1.4:

ACTIVIDAD HUMANA	CATEGORIA DE SBP
Recolección de cultivos	Cultivos
Producción de alimento para ganado	Pastos
Obtención de madera	Bosques
Quema de combustibles fósiles	
Pesca	Superficie acuática
Creación de infraestructuras	Superficie construida

Tabla 1.4 Relación entre actividades humanas y Superficie Biológicamente Productiva. Fuente: Wackernagel *et al.* (2002)

Cabe destacar que existe una séptima actividad asociada a las anteriores, la generación de residuos. Esta actividad requiere de todas las SBP para poder absorber el impacto que causa (Doménech, 2007). Así mismo hay que decir que la quema de combustibles fósiles requiere de superficie boscosa capaz de asimilar el CO₂ desprendido en la combustión. Por tanto, el cálculo de HE tratará de determinar qué cantidad de cada una de estas categorías de SBP requiere un individuo, población o actividad para satisfacer sus necesidades.



La existencia del comercio permite el acceso a recursos situados en cualquier parte del planeta y por tanto fuera del territorio de referencia en el que el individuo, población o actividad se desarrolla. Por tanto, la HE recogerá la superficie apropiada desde una perspectiva global, y no local, lo cual tiene sentido considerando el mundo globalizado en el que vivimos hoy en día. Sin embargo, la contribución a la HE correspondiente a la superficie construida sí está vinculada al territorio de referencia ocupado por el individuo, población o actividad, ya que se tiene perfecta constancia de cuál es su ubicación y sus dimensiones. Por último cabe decir que las unidades en las que se mide la HE son genéricamente hectáreas. Si bien, la HE puede expresarse en términos de “ha/cápita”, “ha/año”, etc. según la realidad en estudio. De esta manera se abre un extenso abanico de posibilidades en la aplicación de este indicador, destacando su enfoque a organizaciones y productos, permitiendo este la introducción del indicador en el ámbito empresarial y expandiendo de esta manera sus posibilidades de uso.

Método de cálculo

El cálculo de la HE requiere considerar dos cuestiones: en primer lugar exige que se puedan estimar los recursos consumidos y los residuos generados por una población, datos que se pueden obtener de estadísticas publicadas. En segundo lugar requiere la transformación de esos recursos y residuos en su equivalente en términos de SBP. Para resolver este problema, Wackernagel y Rees (1996) proponen el “método compuesto”. Este método se basa en estimar la superficie asociada a los diferentes consumos ejercidos en unas determinadas categorías de consumo preestablecidas, de modo que la HE total se obtiene como suma de cada subhuella correspondiente a cada una de estas categorías.

Por tanto, el primer paso resulta ser la definición de las categorías de consumo respecto a las cuales se va a calcular la HE. A continuación se extraen datos de consumo de estas categorías en la población objeto de estudio, obteniendo valores medios de consumo por habitante (toneladas / habitante). Conocidos estos valores y conocidas la productividad biológica de la correspondiente a la SBP de la que procede el producto en cuestión, expresada en “toneladas / hectárea”, solo resta dividir el consumo (toneladas / habitante) entre la productividad (toneladas / hectárea) para obtener la SBP per cápita (hectárea / habitante). Esta operación se repite para cada categoría de consumo, de manera que al final tendremos un perfil de consumo de SBP de la población o mejor dicho la HE por categorías de consumo y SBP.

Llegados a este punto conviene aclarar ciertas cuestiones. En primer lugar, la “productividad biológica” se define como la cantidad de biomasa útil para los humanos que es capaz de producir una determinada categoría de SBP por unidad de superficie. Esta magnitud se mide en toneladas de biomasa por hectárea bioproductiva. Debe tenerse cuidado en la elección de los valores de productividad biológica ya que una elección inadecuada puede conducir a importantes errores de precisión.

En segundo lugar, Wackernagel *et al.* (1999) recomiendan el uso de valores representativos de la productividad media mundial, ya que de esta manera se tiene en cuenta el carácter global de la economía, que emplea recursos provenientes de distintas partes del mundo, permitiendo de esta manera comparar las huellas de distintos países de una forma objetiva. El empleo de valores medios globales supone asumir que las diferencias entre las huellas de distintas



regiones son debidas a los diferentes patrones de consumo. Aún así, puede resultar interesante el empleo de rendimientos locales en detrimento de valores medios globales en el caso en que se quieran comparar variaciones en la productividad y en las prácticas de gestión (Carballo y Villasante, 2007).

En tercer lugar, el método propone asignar una sola categoría de SBP a cada categoría de consumo, salvo en aquellas en que su producción lleve asociada emisiones de CO₂ por consumo de energía fósil, ya que en este caso la huella se repartirá entre la categoría de SBP correspondiente y una categoría adicional de SBP denominada “absorción de CO₂”, que representa la superficie necesaria para captar las emisiones de CO₂ emitidas diferenciando así el empleo de SBP para la obtención de recursos forestales.

De esta manera, el proceso de cálculo de la HE a través del método compuesto se resume a continuación en la serie de Ecuaciones 1.1, 1.2 y 1.3. La Ecuación 1.1 expresa el consumo por habitante de un determinado producto que se obtiene a partir de una categoría de SBP:

$$C(p.c.)_i = C_{ai} / P_{ob}$$

Ecuación 1.1 Expresión del consumo per cápita del producto i.
Fuente: Carballo (2010)

Siendo:

- $C(p.c.)_i$: consumo per cápita del producto i
- C_{ai} : consumo aparente del recurso i (fuentes estadísticas)
- P_{ob} : población de la región en estudio

La Ecuación 1.2 por su parte expresa el valor de la HE per cápita asociada al consumo de dicho producto:

$$HE(p.c.)_i = C(p.c.)_i / P_i$$

Ecuación 1.2 Expresión de la Huella Ecológica per cápita asociada al consumo del producto i. Fuente: Carballo (2010)

Siendo:

- $HE(p.c.)_i$: Huella Ecológica per cápita asociada al consumo del producto i
- P_i : productividad media mundial del producto i expresada en toneladas de producto por hectárea bioproductiva

Por último, la Ecuación 1.3 expresa el valor de la HE asociada al consumo de un producto determinado por parte del conjunto de una población:

$$HE(p.c.) = \sum HE(p.c.)_i$$

Ecuación 1.3 Expresión de la Huella Ecológica asociada al consumo del producto i por parte del conjunto de una población. Fuente: Carballo (2010)

Siendo:

- $HE(p.c.)$: Huella Ecológica per cápita del ciudadano medio



1. INTRODUCCIÓN

Así pues, componiendo las categorías de consumo con las categorías de SBP, el cálculo de HE permite que se pueda elaborar una matriz de consumos de consumos-superficies, en la que cada fila muestra la apropiación de superficie correspondiente a cada categoría de consumo. La suma por filas ofrecerá la huella total de cada superficie productiva, mientras que la suma por columnas ofrecerá la HE completa de un determinado producto, como puede deducirse de la Tabla 1.5:

Concepto	Consumo	Cultivos	Pastos	Bosques	Absorción de CO ₂	Superficie construida	Mar	TOTAL
Categorías de consumo 1	toneladas	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Categorías de consumo 2	toneladas	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
.
.
.
Categorías de consumo i	toneladas	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha

Tabla 1.5 Matriz de consumos-superficies. Fuente: Carballo (2010).

Como puede suponerse, la capacidad de producir biomasa útil de cada categoría de SBP no es la misma, por lo que para poder calcular la HE total es necesario homogeneizar las unidades. Para ello se emplean los denominados “factores de equivalencia” (Wackernagel, 1998), que ponderan cada categoría de SBP en función de la relación entre su productividad potencial y la productividad media de la superficie del planeta, y se expresan en hectáreas globales por hectárea bioproductiva. Así pues, la HE en realidad se expresa en hectáreas estandarizadas, denominadas hectáreas globales (haG) que se obtienen al multiplicar las superficies bioproductivas de cada categoría de SBP obtenidas al calcular la huella por su correspondiente factor de equivalencia. Existen diversas fuentes de las que extraer los factores de equivalencia, como son los trabajos elaborados por Wackernagel (1998) y Wackernagel *et al.* (1999, 2002, 2005), así como las publicaciones de GFN (2006) y de WWF (2000).

Por otro lado, la productividad de cada categoría de SBP es distinta según la región en la que se encuentre. Por ejemplo, no posee la misma productividad biológica un bosque ubicado en regiones tropicales que un bosque situado en latitudes boreales, aunque ambos pertenezcan a la misma categoría de SBP. Para solucionar este problema se aplican los denominados “factores de rendimiento”, que reflejan las diferencias entre la productividad de los ecosistemas de la región estudiada y la productividad media mundial de cada tipo de SBP. Los factores de rendimiento son relativos a la región en estudio pudiendo variar cada año según condiciones climáticas. De esta manera, la “biocapacidad” de un territorio se define como la capacidad de los ecosistemas que contiene para producir materiales biológicos útiles y absorber los residuos generados por los humanos empleando modelos de gestión y las tecnologías de extracción actuales (GFN, 2006). Para poder calcular la biocapacidad de un territorio en primer lugar es necesario estimar las hectáreas de SBP que dispone la región en estudio y aplicar posteriormente los correspondientes factores de equivalencia y de



rendimiento. El cálculo de biocapacidad de un territorio respecto a una categoría determinada de SBP se muestra en la Ecuación 1.4:

$$\text{Biocapacidad (haG)} = \text{SBP}_i \text{ (ha)} * \text{FE (haG/ha)} * \text{FR}$$

Ecuación 1.4 Cálculo de la biocapacidad de un territorio respecto de una categoría de Superficie Biológicamente Productiva determinada. Fuente: Carballo (2010)

Siendo:

- **FE:** factor de equivalencia
- **SBP_i:** Superficie Biológicamente Productiva de la categoría “i”
- **FR:** factor de rendimiento

La biocapacidad puede variar con el tiempo, ya que tanto los factores climáticos como las prácticas de gestión influyen en ella. Hay que tener en cuenta que no toda la biocapacidad está disponible para uso humano, ya que debe compartirse con el resto de especies. Existe diversidad de opiniones en cuanto al porcentaje de biocapacidad que debe reservarse para el resto de las especies animales. La organización WWF (2010) publica en los informes “*Living Planet Report*” que la reserva de biocapacidad debería ser del 10% del total del planeta. Según el Informe Brundtland (CMMAD, 1987) esta reserva de biocapacidad debería suponer el 12% del total del planeta.

Para dar respuesta al cálculo de la HE asociado al consumo de aquellas categorías de consumo de origen abiótico que no tienen una vinculación directa con ninguna categoría de SBP, como los combustibles fósiles, los objetos metálicos, los plásticos o los productos químicos sintetizados de forma artificial, entre otros, es necesario calcular la superficie bioproductiva necesaria para captar el CO₂ emitido como resultado de la quema de este tipo de combustibles o asociado a los procesos de síntesis de estas categorías de consumo, empleando para ello “factores de absorción” de CO₂ definidos para cada una de las categorías de SBP (GFN, 2007). El “factor de absorción” se define como la cantidad de CO₂ que una categoría de SBP es capaz de fijar al año y se expresa en toneladas de CO₂ captadas por hectárea y año. Por tanto, cada SBP tendrá un factor de absorción asociado. En la Tabla 1.6 se muestra los factores de absorción propuestos por distintos autores para las distintas categorías de SBP.

CATEGORIA DE SBP	Factor de Absorción (t CO ₂ / ha ·año)	FUENTE
Bosques para captación de CO ₂	3,67	IPCC (2001)
Cultivos	1,98	ECCP (2004)
Pastos	0,84	Doménech <i>et al.</i> (2010)
Bosques para extracción de madera	3,67	IPCC (2001)
Superficie acuática	1,98	Doménech <i>et al.</i> (2010)
Superficie construida	0,24	Doménech <i>et al.</i> (2010)

Tabla 1.6 Factores de absorción para las distintas categorías de Superficie Biológicamente Productiva. Fuente: Doménech (2010)



1. INTRODUCCIÓN

En la Figura 1.12 puede verse la evolución de la HE a escala planetaria por SBP, en comparación con la biocapacidad del planeta. Según los datos aportados, la satisfacción de las necesidades humanas actuales requeriría la biocapacidad equivalente a 1,5 veces la ofrecida por nuestro planeta. Esta tendencia creciente de la HE a lo largo del periodo 1961-2007 pone de manifiesto la necesidad de tomar medidas a escala global para tratar de invertir esta situación. La demanda de superficie bioproductiva para poder captar el CO₂ emitido por las actividades humanas es la principal componente de la HE planetaria y la que ha experimentado un crecimiento mayor en el periodo expuesto. Este hecho revela que uno de los principales problemas a los que se enfrenta la humanidad es reducir las emisiones de origen antropogénico de CO₂. Para lograrlo, es necesario contar con herramientas capaces de medir estas emisiones de forma sencilla y precisa. En este contexto surge la HC, otro indicador de sostenibilidad ambiental cuya función principal es precisamente determinar y cuantificar las emisiones GEI expulsadas a la atmósfera, las cuales contribuyen al fenómeno del calentamiento global.

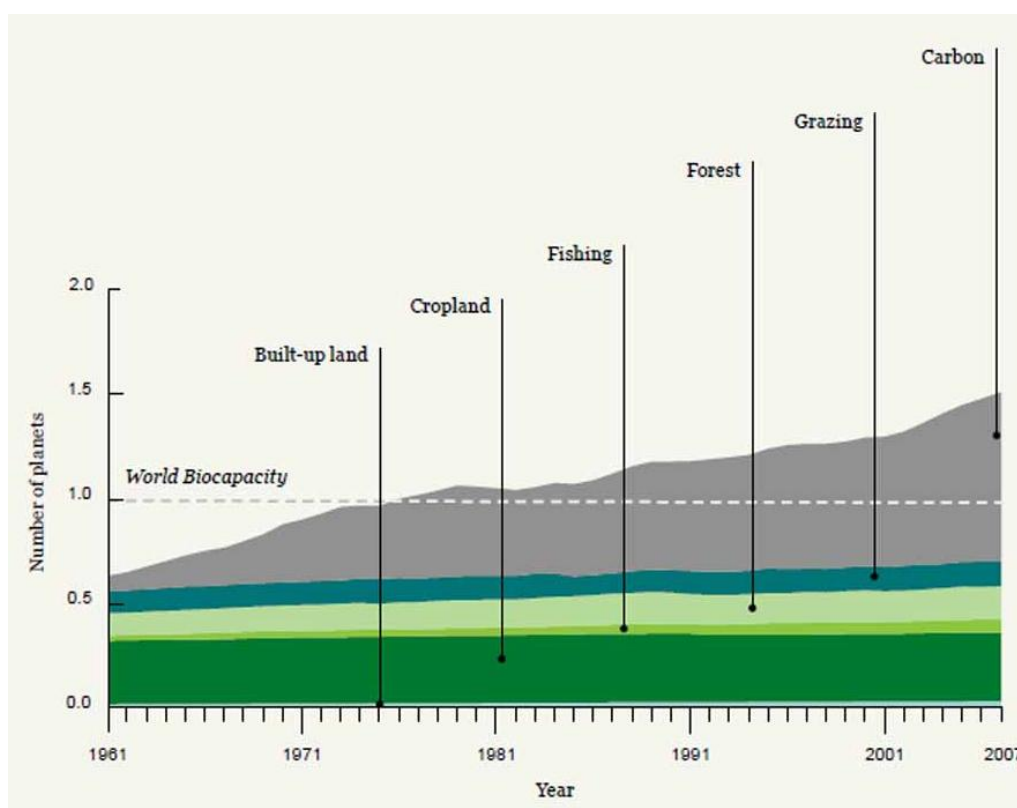


Figura 1.12 Huella Ecológica por componentes: 1961-2007. Fuente: WWF (2010)



1.3.4. La Huella de Carbono

Antecedentes de la Huella de Carbono

Como se ha expuesto anteriormente, la HE es un indicador que aborda la medición de sostenibilidad desde el punto de vista del consumo de recursos naturales respecto del potencial productivo del planeta. Desde esta perspectiva, nuestra sociedad no es sostenible puesto que empleamos más recursos de los que la naturaleza pone a nuestra disposición, es decir, nuestra HE es superior a la capacidad de carga del planeta. Esta tendencia conduce ineludiblemente a la reducción del stock del capital natural del planeta, gracias al cual ha sido posible mantener el actual nivel de consumo de recursos. Sin embargo, no es el único enfoque desde el cual se puede abordar el problema. Paralelo al problema de la explotación desordenada de recursos se ha producido la liberación de importantes cantidades de CO₂ de origen antropogénico en tal proporción que los sistemas ecológicos de los que dispone actualmente nuestro planeta resultan insuficientes para poder asimilarlas, alterando el equilibrio del ciclo del carbono y contribuyendo así, en mayor o menor medida, al calentamiento global del planeta.

Ante esta situación, el gobierno español ha promovido diversas iniciativas impulsadas principalmente desde la Secretaría de Estado de Cambio Climático, actualmente sustituida por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Entre las funciones de la anterior Secretaría de Estado destaca la coordinación y formulación de las políticas de calidad ambiental, prevención de la contaminación y el cambio climático, evaluación de impacto ambiental y el fomento del uso de tecnologías limpias y hábitos de consumo cada vez menos contaminantes y más sostenibles. En este esquema, la Oficina Española de Cambio Climático, desempeña diferentes tareas, entre las que se puede destacar la de analizar y promover las actividades de investigación sobre el cambio climático, impulsar políticas y medidas de mitigación para combatir las causas del cambio climático, favorecer el desarrollo y la gestión sostenible de los sumideros de carbono o promover el desarrollo e implantación de nuevas tecnologías y la mejora de las existentes que hagan posible la reducción de emisiones de GEI, entre otras.

En este contexto surge la necesidad de elaborar herramientas capaces de inventariar las emisiones de GEI de origen antropogénico de una forma eficaz, sencilla y precisa, siguiendo los principios de comparabilidad y transparencia requeridos por la sociedad actual (Doménech, 2007). Así las cosas, la HC constituye un indicador capaz de responder a estas necesidades.

Concepto de Huella de Carbono

La HC es un indicador de sostenibilidad ambiental que cuantifica las emisiones directas e indirectas de CO₂ y otros GEI tales como el metano o los clorofluorocarbonos, expulsados a la atmósfera como resultado de la actividad de un individuo, de una organización, de un evento o de un producto. Los resultados se expresan en kilogramos o en toneladas de CO₂ o de CO₂ equivalentes, si se están midiendo GEI distintos del CO₂. El objetivo fundamental de este indicador es identificar y cuantificar las emisiones de GEI vinculadas a la actividad del

objeto en estudio, introduciendo así la posibilidad de emplear nuevos criterios ambientales y de sostenibilidad en la gestión del mismo.

Al igual que en el caso de la HE, el cálculo de HC se puede enfocar a poblaciones, actividades, organizaciones o productos, lo que dota a este indicador de un espectro de uso muy amplio. En los últimos años, el concepto de HC está teniendo un fuerte calado y prueba de ello es la abundancia de metodologías de cálculo que coexisten en la actualidad. Según los últimos informes publicados en 2010 por la Comisión Europea (Comisión Europea, 2010 a, b) se contabilizan un total de 62 metodologías de cálculo de HC con enfoque a producto y 80 orientadas a organizaciones. Esta proliferación de métodos de cálculo, si bien demuestra el creciente interés por el indicador, conlleva un grave problema de comparabilidad en los resultados obtenidos, pues a menudo los métodos de cálculo y las fuentes empleadas por los distintos métodos son muy diferentes, dificultando así la homogeneidad de los resultados obtenidos.

Como se puede observar en la Figura 1.13, los cálculo de HC establecen tres alcances relacionados con la profundidad del análisis: el alcance 1, que atañe al cálculo de las emisiones directas asociadas al consumo de combustibles fósiles; el alcance 2, que cuantifica las emisiones indirectas ligadas al consumo de energía eléctrica; y finalmente, el alcance 3, que mide las emisiones indirectas asociadas a bienes y servicios adquiridos por el objeto en estudio. El cálculo del alcance 3 constituye todo un desafío, pues resulta complejo delimitar las emisiones que deben ser cuantificadas. Los criterios propuestos por cada metodología para establecer los límites de los alcances, principalmente del alcance 3, no suelen ser los mismos. En consecuencia vuelve a aparecer el problema de la dificultad en la comparación de los resultados.

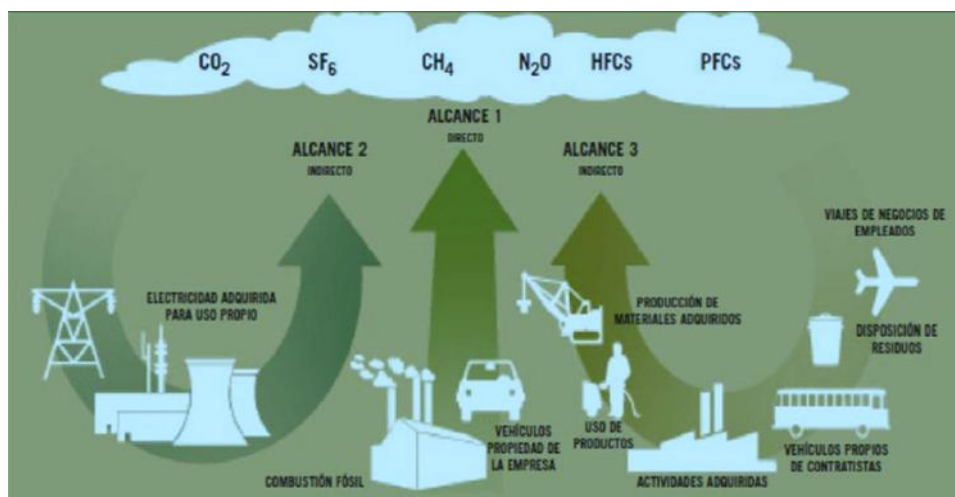


Figura 1.13 Origen de emisiones por alcances. Fuente: WRI-WBCSD (2001)

A tenor de lo expuesto puede concluirse que la HC constituye un indicador muy potente y con gran capacidad de difusión, por tres motivos principales:

- Es capaz de identificar las principales fuentes de emisión de GEI del objeto en estudio y cuantificar dichas emisiones.



- Las unidades en las que se expresa resultan comprensibles por la sociedad.
- Puede ser empleado como base de actuación en estrategias de reducción de emisiones de GEI por parte de los gestores del objeto en estudio.

Método de cálculo

Ante el panorama de proliferación de metodologías de cálculo, han surgido distintas iniciativas metodológicas a nivel internacional que están alcanzando gran nivel de difusión, por lo que empiezan a considerarse estándares. Estas metodologías son “*GHG Protocol*” elaborado por el WRI (*World Resources Institute*) en colaboración con el WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*) y la norma “*PAS 2050*” desarrollada por *Carbon Trust* y DEFRA (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*) del Gobierno Británico.

El “*GHG Protocol*” es un Protocolo de GEI o Estándar Internacional para el cálculo y la comunicación del inventario de emisiones surgido del trabajo de distintas empresas, gobiernos y ONGs ambientales. Pretende ofrecer un marco para contabilizar de manera estándar las emisiones de gases de efecto invernadero, de entidades públicas o privadas, a nivel local o internacional. Propone una metodología para la obtención de las emisiones GEI directas e indirectas, como son las debidas, por ejemplo, al uso de combustible en instalaciones productivas, a la combustión estacionaria y a las emisiones indirectas derivadas de la compra de electricidad. Incluso permite el tratamiento de todas las emisiones indirectas que se producen a partir de fuentes que no son propiedad de la empresa, como las actividades de extracción y producción de las materias primas y su transporte, manteniendo así una perspectiva intersectorial. Recientemente se ha publicado dos versiones actualizadas del *GHG protocol*, la primera enfocada a productos y servicios denominada *GHG Protocol Product Life Cycle Standard* (WRI-WBCSD, 2011a), mientras que la segunda, denominada *GHG Protocol Corporate Value Chain (scope 3)* (WRI-WBCSD, 2011b) se orienta principalmente a empresas, concretando el cálculo y medición de emisiones derivadas del alcance 3.

La norma *PAS 2050:2011*, es la segunda edición de la norma publicada en 2008, elaborada principalmente por *Carbon Trust*, organismo independiente cuya principal misión es acelerar la transición a una economía baja en carbono. Su principal logro ha sido la redacción y puesta en marcha de la citada norma, cuya finalidad es proponer un método de cálculo de la HC de bienes y servicios a través de la medición de las emisiones de GEI a lo largo de su ciclo de vida (*Carbon Trust*, 2007). La *PAS 2050* se apoya en las normas ISO 14040 y 14044 sobre gestión ambiental y evaluación de ciclo de vida, desarrollando requisitos para la evaluación de emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida de productos. Esta iniciativa se ha convertido en la referencia a seguir en el Reino Unido en materia de reducción de emisiones en empresas, ya que le acompañan un código de buenas prácticas que facilita la aplicación del estándar y una etiqueta de reducción de emisiones, que hace más atractiva a las empresas la incorporación del método. La *PAS 2050* se basa en el análisis del ciclo de vida del producto o servicio en estudio, teniendo en cuenta las seis fases del ciclo: (1) obtención, transformación y distribución de la materia primas; (2) las actividades necesarias para convertir materias primas en productos; (3) almacenaje y transporte; (4) distribución del producto; (5) uso del



consumidor final; y por último el reciclaje o eliminación del producto. Para ello, se propone la elaboración del mapa de procesos de cada una de las fases, donde se registren todos los *inputs* y *outputs*, así como actividades que se llevan a cabo en cada fase. Una vez establecido el mapa se calculan balances de masa, que establezcan las cantidades necesarias de cada material y energía para obtener una unidad de producto. Una vez establecidos los balances de masa solo resta la aplicación de factores de emisión de CO₂ estándar y la transformación a toneladas de CO₂ empleando coeficientes de potencial de calentamiento del planeta. Recientemente (Octubre 2011) se ha publicado la última versión del estándar.

En relación al Comité Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) se está trabajando en consensuar una normativa que ponga fin a la actual proliferación de métodos de cálculo. La norma “ISO 14067 Huella de Carbono de Producto” se ha retrasado en tres ocasiones en la fase de aprobación de borrador, encontrándose actualmente el cuarto borrador en la fase de votación para países miembros del comité técnico. Si no hay más retrasos la fecha estimada de publicación será finales de 2012. Por otro lado, la norma “ISO 14069 Cuantificación y reporte de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para organizaciones (Huella de Carbono de Organizaciones)” todavía está en fase de consenso para aprobar el primer borrador. A falta de la aprobación de las normas ISO 14067 y 14068, la norma publicada en 2006 “ISO 14064 Especificaciones para cuantificar, monitorear e informar sobre emisiones de gases de efecto invernadero”, contiene un conjunto de criterios para la contabilización y verificación de GEI. Se divide en tres partes:

- La parte 1 de la norma ISO 14064 detalla los principios y requerimientos para el diseño, desarrollo, gestión y reporte de los inventarios de GEI a nivel de una planta o de toda una organización. Incluye requisitos para determinar los límites de la emisión de GEI, para cuantificar las emisiones y reducciones de GEI de una organización y para identificar acciones específicas de la organización que tienen el objetivo de mejorar la gestión de los GEI. También incluye requisitos sobre la calidad del inventario de GEI, el informe, las auditorías internas y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación.
- La parte 2 de la norma ISO 14064 se focaliza en proyectos específicamente diseñados para reducir o fijar emisiones de GEI. Incluye principios y requerimientos orientados a determinar la línea de base del proyecto planteando su seguimiento, medición y evaluación del grado de consecución de los objetivos propuestos.
- La parte 3 de la norma ISO 14064 describe los procesos de verificación y validación. Especifica requisitos para los componentes tales como la planificación de la verificación, la evaluación de las afirmaciones respecto a los GEI y los procedimientos de dicha evaluación. Por tanto, esta parte de la norma puede ser utilizada por organizaciones de tercera parte para validar o verificar los informes o declaraciones sobre GEI.



1.4. LA HUELLA DE CARBONO Y LA HUELLA ECOLÓGICA EN LOS CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

1.4.1. Estudios en universidades españolas

Cada vez son más las universidades que se comprometen a introducir criterios de sostenibilidad en los ámbitos de docencia, investigación y gestión. Por ejemplo, la Universidad de Santiago de Compostela (U.S.C.), a través de su Plan de Desarrollo Sostenible, aprobado en noviembre de 2003 por su “*Consello de Goberno*”, asumió el compromiso de incorporar medidas que consigan una actividad docente e investigadora desarrollada bajo criterios de sostenibilidad, fomentando entre todos los miembros de la comunidad universitaria el sentido de la responsabilidad sobre el medio ambiente y la protección del mismo. De igual manera, tanto la Universidad Autónoma de Madrid (U.A.M.) como la Universidad Complutense de Madrid (U.C.M.) y la Universidad Rey Juan Carlos (U.R.J.C.), cuentan con Oficinas de Sostenibilidad desde las que han surgido diversas iniciativas en materia de desarrollo sostenible con el objetivo de fomentar una conciencia medioambiental en sus respectivos Campus. El cálculo de indicadores de sostenibilidad es solo un ejemplo de estas iniciativas que estas y otras universidades pertenecientes a distintas Comunidades Autónomas están llevando a cabo en su búsqueda de un modelo universitario más respetuoso con el medio ambiente, poniendo de esta manera a la Universidad a la cabeza de la Sociedad a la hora de encontrar fórmulas y mecanismos que favorezcan el desarrollo sostenible. En este sentido, la HE y HC están cobrando un papel fundamental como indicadores de sostenibilidad capaces de sentar las bases necesarias para convertir el entorno universitario en un modelo de sostenibilidad dentro de la Administración Pública.

Recientemente se han llevado cabo numerosos estudios en distintas universidades españolas con el objetivo de calcular sus correspondientes HE y HC, tratando de evaluar así su posición medioambiental respecto a estos dos indicadores. Sin embargo, las características propias de cada universidad, los métodos empleados y los límites operacionales varían de unos estudios a otros, lo que dificulta la comparabilidad de sus resultados. Aún así puede resultar interesante mostrar dichos resultados, para poder realizar una posterior valoración de los resultados arrojados por este estudio, habida cuenta de las diferencias existentes entre este y otros estudios.

De esta manera, el primer estudio de HE y HC al que se hace referencia es elaborado por la Oficina de Desarrollo Sostenible de la U.S.C. en el año 2007. Los impactos analizados en el estudio de la universidad gallega hacen referencia al gasto energético (eléctrico y térmico), consumo de papel, consumo de agua, movilidad y generación de residuos, cuantificándolos a través del cálculo de HC y HE asociadas a las actividades de docencia investigación y gestión universitaria. La extensión del campus de la U.S.C. es aproximadamente 95 ha y durante el año base del estudio la población total ascendió a 32.246 personas. Teniendo en cuenta estas premisas, los resultados arrojados por el estudio se resumen en la Tabla 1.7 y 1.8.



1. INTRODUCCIÓN

Alcance	Categoría	Huella de Carbono (toneladas de CO ₂)	Huella de Carbono per cápita (toneladas de CO ₂ por persona)
Alcance 1	Consumo de gasóleo	4.464,41	0,1385
	Consumo de gas natural	6.232,30	0,1933
Alcance 2	Consumo eléctrico	9.904,14	0,3071
Alcance 3	Construcción	5.028,74	0,1559
	Consumo de papel	438,29	0,0136
	Consumo de agua	170,19	0,0053
	Generación de residuos	419,96	0,0130
	Movilidad	5.749,80	0,1783
	Superficie ocupada	---	---
TOTAL		32.407,83	1,005

Tabla 1.7 Resumen de la Huella de Carbono de la Universidad de Santiago de Compostela en el año 2007. Fuente: López (2008)

Alcance	Categoría	Huella Ecológica (haG)	Huella Ecológica per cápita (haG por persona)
Alcance 1	Consumo de gasóleo	954,12	0,0296
	Consumo de gas natural	1.331,94	0,0413
Alcance 2	Consumo eléctrico	2.116,67	0,0656
Alcance 3	Construcción	1.074,72	0,0333
	Consumo de papel	93,67	0,0029
	Consumo de agua	36,37	0,0011
	Generación de residuos	89,75	0,0028
	Movilidad	1.228,84	0,0381
	Superficie ocupada	64,79	0,0020
TOTAL		6.990,88	0,2168

Tabla 1.8 Resumen de la Huella Ecológica de la Universidad de Santiago de Compostela en el año 2007. Fuente: López (2008)



1. INTRODUCCIÓN

El segundo estudio al que hay que hacer referencia es el llevado en el campus de Alcoy perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia (U.P.V.) a lo largo del año 2008, en el que se calculó la HE y la HC del citado campus. La población total a lo largo del año 2008 fue de 1.710 personas. La superficie ocupada en el campus es de 48,82 ha. Los resultados obtenidos se resumen en las Tablas 1.9 y 1.10.

Alcance	Categoría	Huella de Carbono (toneladas de CO ₂)	Huella de Carbono per cápita (toneladas de CO ₂ por persona)
Alcance 1	Consumo de gasóleo	0,00	0,0000
	Consumo de gas natural	405,45	0,2371
Alcance 2	Consumo eléctrico	608,23	0,3557
Alcance 3	Construcción	391,93	0,2292
	Consumo de papel	9,70	0,0057
	Consumo de comida	419,10	0,2451
	Superficie ocupada	---	---
TOTAL		1.834,41	1,0727

Tabla 1.9 Resumen de la Huella de Carbono del campus de Alcoy perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia en el año 2008. Fuente: Torregrosa *et al.* (2009)

Alcance	Categoría	Huella Ecológica (haG)	Huella Ecológica per cápita (haG por persona)
Alcance 1	Consumo de gasóleo	0,00	0,0000
	Consumo de gas natural	61,00	0,0357
Alcance 2	Consumo eléctrico	92,00	0,0538
Alcance 3	Construcción	61,00	0,0357
	Consumo de papel	0,71	0,0004
	Consumo de comida	66,00	0,0386
	Superficie ocupada	48,82	0,0285
TOTAL		329,53	0,1927

Tabla 1.10 Resumen de la Huella Ecológica del campus de Alcoy perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia en el año 2008. Fuente: Torregrosa *et al.* (2009)



1. INTRODUCCIÓN

El tercer estudio que se tendrá muestra es el llevado a cabo por el instituto de Medio Ambiente de la Universidad de León en el campus de Vegazana perteneciente a la Universidad de León (U.L.) durante el periodo lectivo 2006/2007. La población del campus durante el periodo en estudio fue de 14.769 personas. La superficie total ocupada por el campus es de 42,28 ha. Los resultados arrojados por el estudio se resumen en las Tablas 1.11 y 1.12.

Alcance	Categoría	Huella de Carbono (toneladas de CO ₂)	Huella de Carbono per cápita (toneladas de CO ₂ por persona)
Alcance 1	Consumo de gasóleo	6,42	0,0004
	Consumo de gas natural	1.798,99	0,1218
Alcance 2	Consumo eléctrico	2.789,48	0,1889
Alcance 3	Construcción	1.182,20	0,0800
	Consumo de papel	207,36	0,0140
	Consumo de agua	2,28	0,0002
	Movilidad	1.426,10	0,0966
	Superficie ocupada	---	---
TOTAL		7.412,84	0,5019

Tabla 1.11 Resumen de la Huella de Carbono del campus de Vegazana perteneciente a la Universidad de León en el año 2006. Fuente: Arroyo *et al.* (2009)

Categoría	Huella Ecológica (haG)	Huella Ecológica per cápita (haG por persona)
Cultivos	0,00	0,0000
Pastos	0,11	0,0000
Forestal	6,72	0,0005
Mar	0,00	0,0000
Superficie construida	51,64	0,0034
Absorción de CO ₂	6.587,57	0,4391
TOTAL	6.646,04	0,4430

Tabla 1.12 Resumen de la Huella Ecológica del campus de Vegazana perteneciente a la Universidad de León en el año 2006. Fuente: Arroyo *et al.* (2009)



1.4.2. La E.T.S.I. de Montes como marco de estudio

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (E.T.S.I. de Montes) es un centro de estudios universitarios perteneciente a la Universidad Politécnica de Madrid (U.P.M.) especializado en el estudio de las ciencias forestales y encargado de la formación de profesionales con capacitación técnica este sector. Su precursora, la “Escuela de Ingenieros de Montes”, fue fundada en 1846, utilizando como modelo las experiencias obtenidas por Agustín Pascual en la “Escuela de Montes de Thrarandt” (Alemania). La vocación pretendida en esta primera institución tenía un carácter eminentemente práctico y así se puede comprobar recordando su lema, el cual sigue vigente en la Escuela actual: “Saber es hacer. El que no sabe, no hace”.

Originalmente, su sede se situó en el castillo de Villaviciosa de Odón, construcción de origen medieval, reformada en el S. XVI. Este fue su emplazamiento hasta 1870, año en que fue trasladada a la “Casa de los Oficios”, situada en el municipio de El Escorial, a causa del elevado coste económico del alquiler del castillo de Villaviciosa, de la necesidad de un entorno forestal para completar prácticas y experimentos y de la exigencia de mayor superficie para albergar nuevas instalaciones. En 1914 fue trasladada nuevamente a Madrid capital. En primera instancia fue instalada en la “Escuela de Minas e Industriales”, para mudarse pocos meses después a dos inmuebles en el madrileño barrio de Argüelles. Durante la Guerra Civil la Escuela sufrió un incendio en el que se perdió gran parte de su patrimonio, incluyendo la biblioteca y el herbario botánico, de gran valor científico. Al concluir la Guerra Civil, la Escuela se trasladó a la “Ciudad Universitaria”, emplazamiento que conserva actualmente (Figura 1.14).



Figura 1.14 Vista aérea de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid en su ubicación actual. Fuente: E.T.S.I. de Montes (2011)

Dado el panorama universitario actual, la E.T.S.I. Montes se encuentra en proceso de transición al nuevo plan de estudios universitarios (Plan Bolonia) lo que la convierte en sede de diversas titulaciones relacionadas con las ciencias forestales y medioambientales. La actividad de la Escuela se orienta en dos vertientes íntimamente relacionadas como son la formación universitaria y la investigación científica. Paralelamente se ha convertido en un



punto de encuentro para todos los profesionales e investigadores del sector, como demuestran los diversos cursos y conferencias que a lo largo del año se celebran en sus instalaciones.

El perfil actual del ingeniero de montes como profesional es el de un ingeniero multidisciplinar con amplios conocimientos técnicos, tanto teóricos como prácticos, en diversas disciplinas relacionadas con el desarrollo del medio rural. Su formación abarca un importante elenco de ciencias y disciplinas dotándole de numerosos conocimientos en materias tales como la botánica y la ecología, la bioquímica, la hidráulica y la hidrología, el cálculo de estructuras, la ordenación de montes y sus diversos aprovechamientos, la economía o la planificación y gestión de proyectos, entre otras muchas. Estos conocimientos le atribuyen un importante número de competencias y le dotan de grandes capacidades para desempeñar una gran diversidad de trabajos de forma satisfactoria y eficiente.

El papel de la Escuela de Montes y del ingeniero de montes en la historia forestal reciente de nuestro país ha sido sin duda destacado. La larga tradición e historia de la profesión han hecho de este centro y del citado profesional una referencia a nivel nacional en materia de formación de profesionales del sector y gestión de los recursos del medio rural, así como en el campo de la investigación científica en materia forestal.

La importancia del papel desempeñado en la historia forestal y ambiental de nuestro país unido a su vocación como formadora y transmisora de conocimiento en materia forestal deben hacer de la E.T.S.I. Montes una institución comprometida y a la vanguardia en uno de los grandes retos a los que nuestra sociedad se empieza a enfrentar, la lucha contra el cambio climático. Igualmente, el ingeniero de montes se perfila como un profesional perfectamente capacitado para situarse a la cabeza de este reto, gracias a su formación diversificada y sus profundos conocimientos en todas las disciplinas implicadas.

Este escenario convierte a la Escuela de Ingenieros de Montes en el lugar ideal para servir como objeto de estudio en el presente Proyecto Fin de Carrera. Así mismo, hace del Ingeniero de Montes el profesional con mejores atributos y competencias para desempeñar este tipo de estudios centrados en cálculos de HC y HE, teniendo como telón de fondo importante reto que plantea la lucha contra el cambio climático desde el entorno profesional.



1.5. MARCOS LEGISLATIVOS EN RELACIÓN AL EMPLEO DE LA HUELLA DE CARBONO

1.5.1. Ámbito internacional

En el ámbito Internacional el origen de las obligaciones de adoptar medidas que contribuyan a la lucha contra el cambio climático, y por lo tanto, la posibilidad de introducir la HC en las actuaciones de las Administraciones Públicas, se encuentra en la Convención Marco de Naciones Unidas para la Lucha contra el Cambio Climático, y en el Protocolo de Kioto, ambos ratificados por España.

El artículo 3.1 de la Convención dispone que *“las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos”*.

De forma paralela el artículo 2 del Protocolo de Kioto dispone que *“con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos (...) aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales”*.

No hay que olvidar que, en el marco del Protocolo de Kioto, España ha asumido compromisos jurídicamente vinculantes de reducción de emisiones para el año 2012 y tampoco se puede ignorar que el mecanismo de cumplimiento del Protocolo de Kioto es uno de los más amplios, completos y rigurosos de los sistemas de cumplimiento vigentes en un acuerdo ambiental multilateral.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que el marco internacional promueve la introducción de todo tipo de medidas que efectivamente contribuyan a la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera, como sería la HC, que cuenta con la ventaja adicional de ser un instrumento que crea conciencia medioambiental, en la medida en que obliga a analizar el impacto de determinadas actuaciones en términos de contaminación atmosférica.

Ámbito de la Unión Europea

Dentro la UE, son numerosas las estrategias, planes, disposiciones normativas, decisiones etc. vinculadas a la lucha contra el cambio climático y que buscan la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Ante todo, debe destacarse que el Tratado de la Unión Europea dispone en su artículo 3.3 que *“la Unión Europea obrará en pro del desarrollo sostenible de Europa basado en un crecimiento económico equilibrado y en la estabilidad de los precios, en una economía social de mercado altamente competitiva, tendente al pleno empleo y al progreso social, y en un*



nivel elevado de protección y mejora de la calidad del medio ambiente. Asimismo, promoverá el progreso científico y técnico”.

Por su parte, el artículo 11 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea dispone que *“las exigencias de la protección del medio ambiente deberán integrarse en la definición y en la realización de las políticas y acciones de la Unión, en particular con objeto de fomentar un desarrollo sostenible”*, lo cual realza el carácter transversal de la preocupación del medio ambiente al tener que estar integrado en todas las políticas.

Dentro de este marco genérico, en el seno de la UE se han adoptado medidas concretas que amparan la introducción del criterio de HC a la contratación pública, pudiendo destacar las siguientes:

⇒ **Estrategia de la Unión Europea para un Desarrollo Sostenible**

La Revisión de la Estrategia de la Unión Europea para un Desarrollo Sostenible del año 2006, incorpora como destacable novedad metas concretas en Contratación Pública. En el apartado dedicado a Consumo y Producción Sostenible, fija como objetivo general fomentar patrones en tal dirección, y marca como finalidad y objetivo operativo: *“Aspirar a alcanzar para 2010 en toda la Unión Europea un nivel medio de contratación pública ecológica igual al que han alcanzado hasta ahora los Estados miembros más sobresalientes”*.

En lo que se refiere a la contratación pública, la Estrategia tuvo muy en cuenta el estudio *“Green Public Procurement in Europe”*, (UE, 2005), en el que se analizaba la introducción de criterios ambientales en la contratación pública y se detectaron siete países que incorporan un mayor número de criterios ambientales en sus contrataciones. Partiendo de esto, se plantea la necesidad de que el resto de países, entre los que se encuentra España, alcance el nivel de contratación ecológica que han alcanzado los países más sobresalientes. No pasa desapercibido que la introducción de criterios de menor HC a efectos de contratación permitiría a nuestro país alcanzar el objetivo de hacer más ecológica la política de contratación, cumpliendo así con los objetivos planteados en la Estrategia de la UE para el Desarrollo Sostenible.

1.5.2. Ámbito nacional

En el ámbito nacional son diversas las actuaciones que darían amparo a la introducción de medidas de carácter ambiental.

⇒ **Estrategia española de cambio climático y energía limpia horizonte 2007- 2012 -2020**

En primer lugar, hay que tener en cuenta la “Estrategia española de cambio climático y energía limpia horizonte 2007-2012-2020”, que fue aprobada por el Consejo Nacional del Clima con fecha de 25 de octubre de 2007 y por el Consejo de Ministros con fecha de 2 de noviembre de 2007. En lo que se refiere a la Cooperación Institucional, introduce en su apartado de Medidas:



- Fomento de la introducción, en los concursos públicos de contratación de servicios, de la necesidad de presentar un informe sobre medidas de eficiencia energética utilizadas por las posibles contratadas, favoreciendo a las empresas que presenten un modelo de funcionamiento sostenible (también a nivel municipal).
- Establecer una estrategia de contrataciones públicas, que incorpore criterios obligatorios de Sostenibilidad y de lucha contra el cambio climático (también a nivel municipal).

En el sector del transporte también incluye una medida que vincula la sostenibilidad ambiental y la contratación pública:

- Integración gradual de criterios de eficiencia energética en la contratación administrativa para el aumento de los vehículos limpios en el parque móvil de carácter público y en las flotas de servicio sometidas a concesión.

⇒ **REAL DECRETO 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012.**

La proyección del reparto en el inventario nacional entre emisiones imputables a sectores industrial y energético y sectores difusos previstos en el Plan Nacional de Asignación refleja, para el quinquenio 2008-2012 una tendencia al crecimiento más acentuada en los sectores difusos, en particular el transporte y residencial. Se prevé que para los sectores difusos el crecimiento medio sea del 65% mientras que para los sectores industrial y energético el incremento sea del 37%.

A la vista de estos datos, se prevé en el propio Plan Nacional de Asignación la necesidad de que el Gobierno identifique y ponga en marcha medidas adicionales de reducción de emisiones y de fomento de la absorción de carbono por los bosques y otras masas vegetales, con el objeto de acercar nuestras emisiones al objetivo de España en el Protocolo de Kioto y reducir el volumen de créditos de carbono que será necesario adquirir. Como resultado de tales medidas adicionales, el crecimiento de emisiones en los sectores difusos no debe superar el 37% proyectado para los sectores industrial y energético, de modo que ese sea también el valor objetivo para las emisiones totales de España. Es por ello que el Plan Nacional de Asignación prevé que el Gobierno adopte cuantas medidas sean necesarias para reducir las emisiones en los sectores difusos, como puede ser el sector del transporte, lo cual implicará una minoración de la necesidad de acudir al mercado para la compra de derechos de emisión.

Dentro de estas medidas a aplicar en los sectores difusos, la HC puede ser especialmente efectiva en la medida en que incentiva a las empresas a medir y reducir sus emisiones, transmitiendo esta necesidad a sus proveedores.

⇒ **Orden PRE/116/2008, de 21 de enero, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan de Contratación Pública Verde de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos, y las Entidades Gestoras de la Seguridad Social.**



Enfocado a la introducción de criterios ambientales en la contratación públicas, se aprobó mediante Acuerdo de Consejo de Ministros, el Plan de Contratación Pública Verde de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos, cuyo objetivo general es articular la conexión entre la contratación pública y la implantación de prácticas respetuosas con el medio ambiente, de forma que se alcance la meta establecida por la Comunidad Europea en la Estrategia revisada para un Desarrollo Sostenible.

La pretensión de este Plan de hacer una vinculación concreta entre política de contratación y política ambiental es evidente, lo cual parte del reconocimiento de que la labor contractual de las Administraciones Públicas es lo suficientemente amplia y afecta a sectores tan relevantes como para poder adoptar medidas que efectivamente tengan un gran impacto en la reducción de emisiones de CO₂ a la atmosfera.

Introduciéndonos un poco más en los detalles del Plan, puede observarse que como objetivos específicos prevé establecer metas cuantificadas para los grupos de productos, servicios y obras considerados como prioritarios para la incorporación de criterios ambientales por la Comisión Europea. Como medidas que vinculan la introducción de criterios medioambientales en la contratación, existen las dos siguientes:

- Incluir en el Reglamento General de la “Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público”, entre los criterios de solvencia profesional y técnica de las empresas, indicación de las medidas de gestión medioambiental que se estimen oportunas, conforme a lo previsto en la citada norma.
- Elaborar cláusulas tipo en materia medioambiental para su inclusión por los distintos órganos de contratación en los correspondientes pliegos de cláusulas administrativas particulares definidos en el artículo 99 de la “Ley 30/2007”.

En consecuencia, existe un mandato y una habilitación del Consejo de Ministros, en relación con la contratación administrativa, para que, en los criterios de solvencia técnica y las cláusulas administrativas particulares, se integren elementos de carácter medioambiental. La HC podría considerarse como elemento a introducir en las licitaciones públicas al amparo de estas dos medidas.

Se dispone finalmente que cada Ministerio, a través de su Subsecretaría, en coordinación con los Organismos Públicos que de él dependan, será responsable de la aplicación del Plan mediante la utilización de las herramientas que a tal efecto se establecen en el mismo.

⇒ **Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.**

Finalmente, tenemos que hacer referencia a la Ley de Economía sostenible como instrumento legal que permite el impulso de la HC en el desarrollo de las políticas de las Administraciones Públicas. Esta Ley tiene como objeto introducir en el ordenamiento jurídico las reformas estructurales necesarias para crear condiciones que favorezcan un desarrollo económico sostenible. El elemento medioambiental está sin duda presente en todo el articulado de la Ley, lo cual es ineludible si tenemos en cuenta que, de acuerdo con su artículo 2, “se entiende por economía sostenible un patrón de crecimiento que concilie el desarrollo económico, social y



ambiental en una economía productiva y competitiva, que favorezca el empleo de calidad, la igualdad de oportunidades y la cohesión social, y que garantice el respeto ambiental y el uso racional de los recursos naturales, de forma que permita satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”.

Por otro lado, conviene no olvidar que el Título III de la Ley está dedicado a la sostenibilidad ambiental, y en su capítulo II se incluyen disposiciones relativas a las reducciones de emisiones. Así el artículo 88 de la Ley dispone que el Gobierno debe impulsar las medidas necesarias para el cumplimiento de los compromisos y esfuerzos que correspondan a España en el marco de la distribución que se acuerde en la Unión Europea para alcanzar el objetivo de reducir las emisiones de GEI en el año 2020. Además, merece la pena destacar que en el mismo articulado de la Ley se hace una referencia expresa a la HC al decirse en su artículo 104, que lleva por título, “modernización tecnológica y uso eficiente de los medios de transporte”, que las iniciativas públicas estatales de eficiencia y ahorro energético perseguirán, entre otros objetivos el fomento de la utilización de envases y embalajes sostenibles, que reduzcan la HC del transporte.

Dentro de estos parámetros normativos, en esta Ley podemos encontrar diferentes preceptos que dan plena cobertura legal a la introducción de la HC en diferentes ámbitos de la actuación de los poderes públicos. Así el artículo 35, relativo a la sostenibilidad de la gestión de las empresas públicas, dispone que las sociedades mercantiles estatales y las entidades públicas empresariales, en el plazo de un año desde la entrada en vigor de esta Ley, adaptarán sus planes estratégicos para incluir en sus procesos de contratación, cuando la naturaleza de los contratos lo permita, y siempre que sean compatibles con el derecho comunitario y se indiquen en el anuncio de licitación y el pliego o en el contrato, condiciones de ejecución referentes al nivel de emisión de GEI y de mantenimiento o mejora de los valores medioambientales que pueden verse afectados por la ejecución del contrato. Asimismo en los criterios de adjudicación de los contratos, cuando su objeto lo permita, y estas condiciones estén directamente vinculadas al mismo, se valorará el ahorro y el uso eficiente del agua y de la energía y de los materiales, el coste ambiental del ciclo de la vida, los procedimientos y métodos de producción ecológicos, la generación y gestión de residuos o el uso de materiales reciclados y reutilizados o de materiales ecológicos.

Por su parte, el artículo 85 de la Ley dispone que todas las Administraciones Públicas, en el ejercicio de sus respectivas competencias, deben incorporar los principios de ahorro y eficiencia energética y de utilización de fuentes de energía renovables entre los principios generales de su actuación y en sus procedimientos de contratación. El objetivo de este artículo es promover el ahorro energético en la actuación de las Administraciones Públicas, por lo cual se debe entender que todos aquellos procesos de contratación, cuyo objeto permita a la Administración adoptar un patrón de consumo energético más respetuoso con el medioambiente, debe desarrollar bajo los principios de ahorro y eficiencia energética. Estos principios de ahorro y eficiencia energética están íntimamente relacionados con el cálculo de la HC y su reducción.



Tiene también mucho interés igualmente lo previsto en el artículo 90 de la Ley de Economía Sostenible, que contiene normativa sobre compensación de emisiones de CO₂ a través de inversiones en incremento y mantenimiento de masas forestales, programas agrarios de reducción del CO₂ y otros programas que pueda establecer la Administración General del Estado, en colaboración con las Comunidades Autónomas. En concreto, el apartado 3 de este artículo 90 señala que estas compensaciones de emisiones se podrá tenerse en cuenta a efectos de lo dispuesto en los artículos 70 y 103 de la Ley 30/2007, de 30 de diciembre, de Contratos del Sector Público. Se observa, por lo tanto, que dentro del ámbito de los artículos 70 y 103 de la Ley de Contratos del Sector Público pueden incluirse certificaciones que acrediten la realización de actuaciones en el ámbito forestal que conlleven reducción de emisiones. Esta medida tendría bastante semejanza a lo previsto con la HC, desde el momento en que las actuaciones de compensación de emisiones que hayan podido realizarse pueden ser tenidas en cuenta a los efectos de la contratación pública.

Finalmente, hay que referirse igualmente a lo dispuesto en el artículo 106 de la Ley donde se indica que las entidades previstas en el artículo 105, en las adquisiciones de vehículos de transporte por carretera que realicen a partir del 4 de diciembre de 2010, tendrán en cuenta los impactos energético y medioambiental de la utilización durante la vida útil del vehículo. Los impactos energético y medioambiental de la utilización que deberán tenerse en cuenta incluirán al menos el consumo de energía, las emisiones de CO₂ y las emisiones de NO_x, hidrocarburos sin metano y otras partículas. Estos requisitos se cumplirán con arreglo a una de las siguientes opciones:

- a) Estableciendo especificaciones técnicas para el comportamiento energético y ecológico en la documentación relativa a la compra de vehículos de transporte por carretera para cada uno de los impactos considerados, así como para cualquier otro impacto medioambiental adicional.
- b) Incluyendo los impactos energético y medioambiental en la decisión de compra, de manera que:
 - 1º En los casos en que se lleve a cabo un procedimiento de contratación pública, se tendrán en cuenta esos impactos como criterios de adjudicación.
 - 2º En los casos en que esos impactos se cuantifiquen para su inclusión en la decisión de compra, se utilizará la metodología prevista en la disposición adicional séptima de la Ley.



1.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En los puntos anteriores se ha expuesto como la economía globalizada ha influido negativamente en el patrimonio medioambiental del planeta, debido a que el crecimiento económico mundial no se ha llevado a cabo de una forma organizada y sostenible. Las principales consecuencias son dos: la escasez de recursos y el calentamiento global.

En este sentido se hace necesario conciliar las necesidades de crecimiento económico con el respeto al medio ambiente y la lucha contra el cambio climático. La respuesta para conseguir este hito es el desarrollo sostenible.

Sin embargo la tarea de medir la “sostenibilidad” no resulta fácil, dado el carácter difuso del concepto. Por tanto es necesario desarrollar indicadores que muestren de una forma sencilla y objetiva la evolución de parámetros que contribuyen favorablemente al desarrollo sostenible.

Por este motivo, la HE y HC pueden resultar dos buenos indicadores que aporten información valiosa que ayude a conseguir los objetivos planteados. Estos indicadores tienen dos objetivos claros:

- En el caso de la HE, medir que cantidad de recursos naturales se consumen para satisfacer las necesidades humanas en comparación con la capacidad del planeta de proporcionar dichos recursos.
- En el caso de la HC, cuantificar las emisiones de GEI que se lanzan a la atmósfera como consecuencia de las actividades humanas.

Este Proyecto Final de Carrera surge de la necesidad de desarrollar y refinar metodologías de cálculo que cumplan los principios de sencillez, transparencia y comparabilidad en los resultados arrojados por estos indicadores. Así mismo, responde a la necesidad de integrar criterios de sostenibilidad en la gestión de las universidades, instituciones con profundo calado social, que deben convertirse en un ejemplo a seguir en materia de sostenibilidad.

Por tanto, los resultados y conclusiones arrojados por este Proyecto Fin de Carrera pueden contribuir a dar un paso adelante en la consecución de una universidad más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.





2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de sostenibilidad de la E.T.S.I. de Montes de Madrid empleando como indicadores la Huella de Carbono y la Huella Ecológica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proponer un modelo práctico que sirva para medir y evaluar las emisiones de CO₂ y el nivel de consumo de recursos en centros universitarios.
- Proponer un modelo de contabilidad ambiental alineada con la contabilidad económica propia de la E.T.S.I. de Montes, que resulte sencilla de abordar y que sea aplicable a otros centros de la U.P.M.
- Identificar y cuantificar las emisiones de CO₂ asociadas a la actividad docente e investigadora de la E.T.S.I. de Montes.
- Identificar y cuantificar el nivel de consumo de recursos que se lleva a cabo en la E.T.S.I. de Montes.
- Evaluar el nivel de emisiones de CO₂ y de consumo de recursos que se lleva a cabo en la E.T.S.I. de Montes, comparándolo con otras universidades españolas.
- Identificar los principales problemas de sostenibilidad ambiental a los que se enfrenta la E.T.S.I. de Montes.
- Proponer una serie de medidas y actuaciones que contribuyan a reducir la HC y la HE de la E.T.S.I. de Montes, mejorando de esta manera su estatus medioambiental.





3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA E.T.S.I. DE MONTES DE MADRID

3.1.1. Localización de la E.T.S.I. de Montes de Madrid

La E.T.S.I. Montes está ubicada actualmente en Madrid capital, en el barrio de Ciudad Universitaria, perteneciente al distrito de Moncloa-Aravaca, al noroeste de la capital. Su dirección postal es Paseo de las Moreras s/n. Sus coordenadas se detallan en la Tabla 3.1:

Coordenadas U.T.M. (Huso 30)	Coordenadas geográficas
X: 438732,60 E	Longitud: 3° 43' 20,90'' O
Y: 4477920,76 N	Latitud: 40° 26' 56,37'' N

Tabla 3.1 Coordenadas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid

En la Figura 3.1 se muestra la ubicación de la E.T.S.I. de Montes tanto en la Comunidad de Madrid como en la capital. La Figura 3.2 muestra la ubicación de la Escuela dentro del área metropolitana de Madrid. En concreto de detalla su emplazamiento dentro del distrito de Moncloa-Aravaca y el barrio de Ciudad Universitaria, respectivamente. En la Figura 3.3 se muestra una imagen aérea de la E.T.S.I. de Montes.



Figura 3.1 Ubicación de la Escuela de Ingenieros de Montes en la Comunidad y en el Municipio de Madrid. Fuente: Google Earth

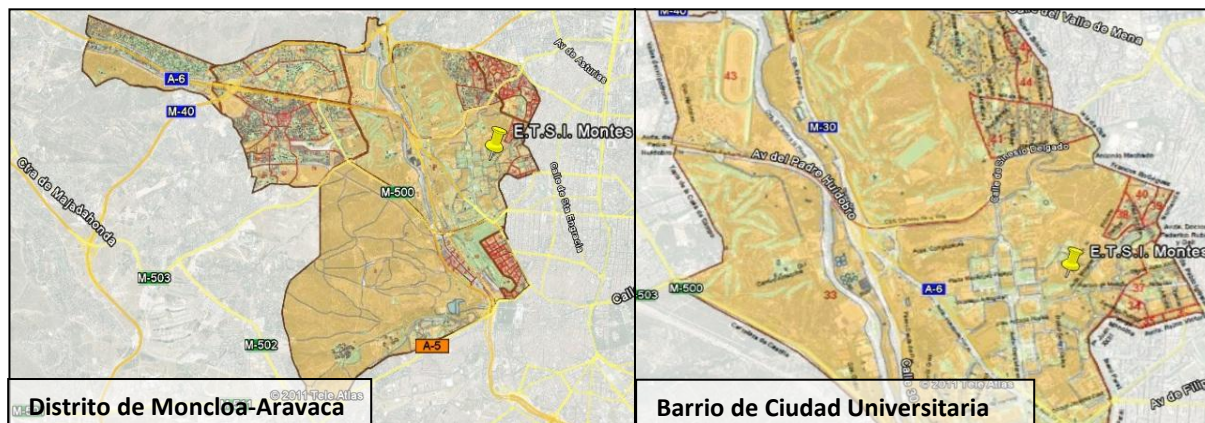


Figura 3.2 Emplazamiento de la Escuela de Ingenieros de Montes en el área metropolitana de Madrid. Fuente: Google Earth

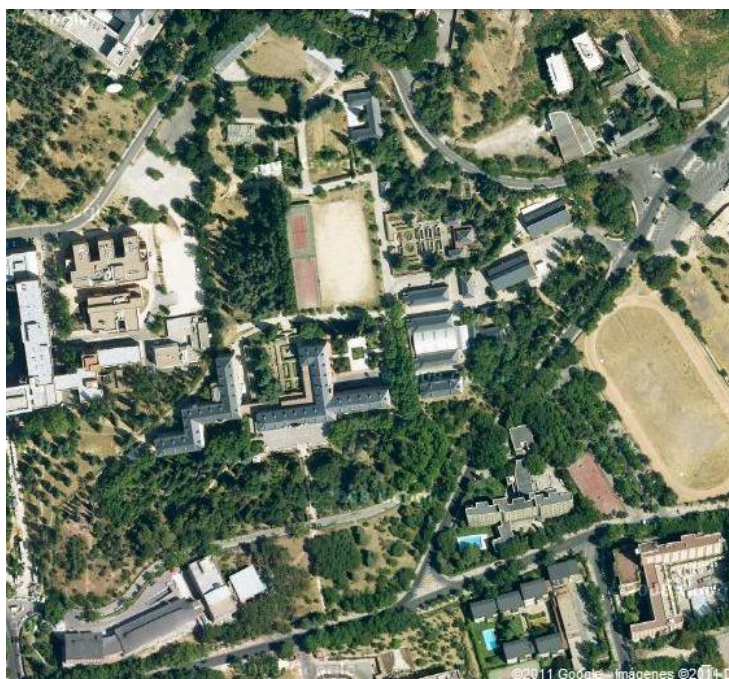


Figura 3.3 Imagen aérea de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Fuente: Google Earth

3.1.2. Descripción del medio físico

La E.T.S.I. Montes se encuentra ubicada a una altitud de entre 638 (punto más bajo) y 664 metros sobre el nivel del mar (punto más alto), lo que supone una diferencia máxima de cota de 26 metros, a pesar de lo cual las pendientes en todo el recinto resultan ser, en general, suaves. Ocupa una superficie total de 9,7 ha, que se reparten en dos usos principales de suelo: suelo ocupado por vegetación y suelo ocupado por superficie construida, asfaltada o por caminos.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

La mayor parte de la superficie cubierta por vegetación dentro del recinto de la Escuela está formada por un arboreto, una colección formada por un total de 82 especies vegetales de porte tanto arbóreo como arbustivo y que cumple principalmente una función didáctica aunque también paisajística y recreativa. El arboreto se extiende principalmente a lo largo del perímetro del recinto de la E.T.S.I. de Montes, encontrando sus principales enclaves en las zonas este y sur.

La superficie edificada está constituida por diversas construcciones repartidas a lo largo del recinto de la E.T.S.I. de Montes, entre las que destaca el edificio principal de la Escuela, en el cual se ubica la Secretaría de la Escuela, Dirección y varios Departamentos, además de diversas aulas en las que se desarrolla la actividad docente. Próximo al edificio principal se encuentra el Aulario, construcción de dos plantas en la que ubican, por un lado un espacio dedicado a la docencia compuesto por cuatro aulas, por otro la Unidad Docente de Motores y Termodinámica y por último una zona reservada a las asociaciones de alumnos emplazadas en la Escuela.

Otras instalaciones a mencionar son la piscifactoría, en la cual se realizan actividades acuícolas con fines educativos y de investigación; la Biblioteca, de reciente construcción y diseñada según criterios bioclimáticos de ahorro de energía; y las instalaciones deportivas constituidas por una pista de fútbol con césped artificial reformada recientemente, una pista de tenis y una cancha multifunción en la que se practican diversas actividades deportivas.

Internamente, el recinto está comunicado por diversos viales y caminos que dan acceso al conjunto de instalaciones de la Escuela y cuyos laterales sirven como zona de aparcamiento para vehículos. El arboreto también está recorrido por un conjunto de sendas que ofrecen un recorrido didáctico para alumnos y visitantes.

Los límites de la escuela están claramente delimitados por cerramientos constituidos por muros y mallas metálicas, permitiéndose el acceso por cinco puntos, tal y como muestra la Figura 3.4:

- **Acceso sur (1):** acceso peatonal a la entrada principal de la Escuela.
- **Acceso este (2):** constituido por una pequeña puerta metálica que da acceso peatonal a la zona este arboreto.
- **Acceso noreste (3):** constituye el acceso principal para vehículos. Está formado por una puerta metálica seguido de un punto de control con barrera.
- **Acceso oeste (4):** es un paso situado en el límite oeste, detrás del edificio principal de la Escuela, que conduce a la facultad de Ciencias Químicas.
- **Acceso suroeste (5):** constituye la entrada a la E.U.I.T. Forestal, la cual está comunicada con la E.T.S.I. Montes por un camino asfaltado.

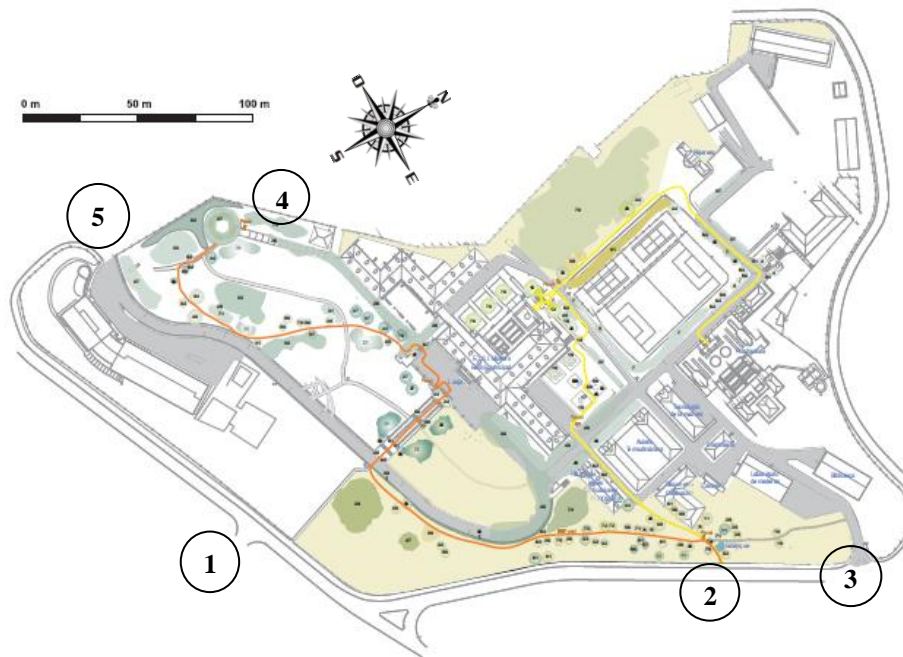


Figura 3.4 Mapa de accesos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.
Fuente: Castilla y Escribano, 2008

3.1.3. Descripción del medio organizativo

La actividad docente e investigadora de la Escuela se lleva a cabo a través de los Departamentos. Estos son órganos pertenecientes a la U.P.M. que tienen como funciones principales impartir docencia en cada una de las ramas de conocimiento exigidas por cada titulación, a la vez que desarrollar conocimientos a través de la investigación científica. Por tanto, su responsabilidad en el entramado universitario es máxima, pues de su actividad depende que la Universidad cumpla con dos de las funciones más importantes que le son propias. Internamente, cada Departamento se estructura en Unidades Docentes especializadas en impartir las distintas materias propias de cada rama de conocimiento.

Cada Departamento aborda pues un área de conocimiento distinta, o con un enfoque distinto. Esta área de conocimiento y estos enfoques pueden ser compartidos por distintas titulaciones en el seno de la U.P.M. En este caso, el mismo Departamento puede tener presencia en distintos centros, a través de las Secciones Departamentales. Sin embargo, cada Departamento establece su sede en un centro determinado. En el caso de la E.T.S.I. de Montes, existen diez Departamentos con presencia en la misma:

- Biotecnología
- Construcción y Vías Rurales
- Economía y Gestión Forestal
- Física Aplicada a los Recursos Naturales
- Física y Mecánica Fundamentales y Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal



- Ingeniería Forestal
- Lingüística Aplicada a la Ciencia y la Tecnología
- Matemáticas Aplicada a los Recursos Naturales
- Proyectos y Planificación Rural
- Silvopascicultura

De estos diez Departamentos, solo existen seis cuya sede esté establecida en la E.T.S.I. de Montes. Estos son “Economía y Gestión Forestal”, “Ingeniería Forestal”, “Lingüística Aplicada a la Ciencia y la Tecnología”, “Matemáticas Aplicada a los Recursos Naturales”, “Proyectos y Planificación Rural” y por último “Silvopascicultura”. El resto de Departamentos tienen su sede en otras Escuelas, como la E.U.I.T. Forestal o la E.T.S.I. de Agrónomos.

Desde la perspectiva docente, durante el año 2010, en concreto en el curso 2010/2011 comenzó el proceso de adaptación al Plan Bolonia, que conlleva la introducción del nuevo plan de estudios que sustituirá al plan del año 1974, vigente hasta la fecha, y por el cual desaparece la titulación de Ingeniero de Montes y se introducen los títulos de “Grado en Ingeniería Forestal” y “Grado en Ingeniería del Medio Natural”. Este hecho convierte la 2010 en el primer año de transición entre ambos planes. Durante la segunda mitad del 2010 se inició la convivencia entre ambas titulaciones en el seno de la Escuela. Los estudios impartidos en la E.T.S.I. de Montes durante el citado año fueron:

- Título de Ingeniero de Montes.
- Licenciatura en Ciencias Ambientales.
- Grado de Ingeniero Forestal (a partir de septiembre de 2010).
- Título propio de Experto en Caza y Pesca.
- Programa de Máster y Doctorado Investigación Forestal Avanzada.

Además, la Escuela constituye la sede de diversas instituciones, tales como la Fundación Conde del Valle Salazar o las cátedras-empresa ECOEMBES o ISTAS, además de diversas asociaciones estudiantiles.

3.1.4. Descripción del medio socioeconómico

La población humana de la E.T.S.I. de Montes se distribuye en torno a tres categorías:

1. Docentes.
2. Personal de Administración y Servicios (PAS).
3. Alumnos.

Durante el año 2010, el número de docentes y PAS permaneció constante siendo de 137 y 98 personas, respectivamente. Sin embargo, el número de alumnos varió en el segundo periodo



3. MATERIALES Y MÉTODOS

del año con la entrada del curso 2010/2011 pasando de 1.104 a 1.238 personas. Esto supuso que la población total de la Escuela incrementara su valor en el segundo periodo del año, de 1.339 a 1.473 personas, es decir, 134 personas, lo que equivale a un 10%. En la Figura 3.5 puede observarse la evolución de la composición de la población de la Escuela.

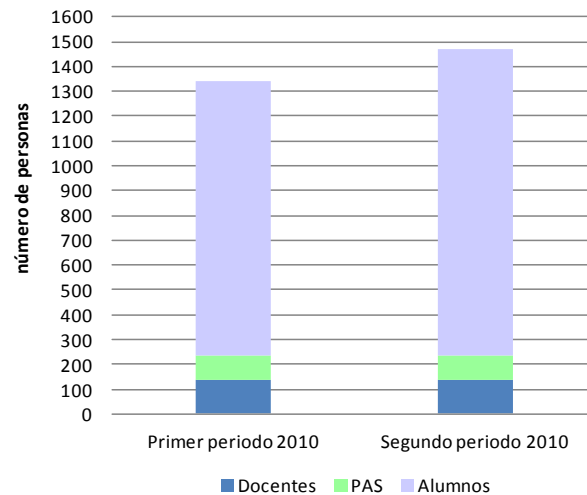


Figura 3.5 Evolución de la población de la Escuela de Ingenieros de Montes a lo largo del año 2010. Fuente: Secretaría de la E.T.S.I. de Montes

Desde un punto de vista financiero, la E.T.S.I. de Montes, percibe una asignación presupuestaria procedente de la U.P.M. con la que se afrontan los gastos de gestión del centro. La cuantía de esta asignación varía según el año, en función de diversas variables, como son la superficie total construida o el número de alumnos matriculados en el centro, entre otras. Además, esta asignación está sujeta a posibles ajustes ejecutados desde el Rectorado de la Universidad. De la misma manera, los Departamentos poseen una asignación presupuestaria propia para el desarrollo de sus actividades también procedente de la U.P.M.

La estructura contable en la que se engloba el modelo financiero de la U.P.M., y por extensión el de la E.T.S.I. de Montes y los Departamentos, responde a un sistema jerárquico compuesto por cuatro niveles: capítulos, artículos, conceptos y subconceptos. Según este modelo, en la U.P.M. existen 8 capítulos, 26 artículos, 59 conceptos y 124 subconceptos en torno a los cuales se estructura la contabilidad. Sin embargo, los gastos de gestión en que incurren Escuela y Departamentos solo se registran en dos capítulos:

- Capítulo II: gastos corrientes en bienes y servicios
- Capítulo VI: inversiones reales

De esta manera, el número de artículos, conceptos y subconceptos se reduce considerablemente, como puede verse en las Tablas 1 y 2 del anexo I. Por tanto, todos los gastos realizados tanto por la Escuela como por los Departamentos están registrados según esta estructura. La responsabilidad de imputar los gastos en cada categoría contable recae en la Secretaría de Asuntos Económicos, en el caso de la Escuela y en las Secretarías de Departamento.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

La asignación presupuestaria recogida en los Presupuestos Generales 2010 de la U.P.M. (U.P.M., 2009) establecía las cuantías económicas presupuestadas para Escuela y Departamentos con sede en la E.T.S.I. de Montes mostradas en las Tablas 3.2 y 3.3:

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	CUANTÍA
CAPÍTULO II	Gastos corrientes en bienes y servicios	581.409,60 €
Artículo 20	Arrendamientos y cánones	17.000,00 €
Artículo 21	Reparaciones, mantenimiento y conservación	100.000,00 €
Artículo 22	Material, suministros y otros	152.409,60 €
221.00	Energía eléctrica	180.000,00 €
221.01	Agua	58.000,00 €
221.02	Gas	14.000,00 €
221.03	Combustibles	32.000,00 €
226.01	Atenciones protocolarias y representativas	16.000,00 €
Artículo 23	Indemnizaciones por razón del servicio	12.000,00 €
CAPÍTULO VI	Inversiones reales	14.905,17 €
Artículo 63	Inversión de reposición (R.M.S.)	156.485,79 €
TOTAL		752.800,56 €

Tabla 3.2 Asignación Presupuestaria de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes para el año 2010. Fuente: U.P.M. (2009)

DEPARTAMENTO	ARTÍCULO	CUANTIA
Economía y Gestión Forestal	22	16.781,67 €
	23	3.909,02 €
	62	14.358,48 €
Ingeniería Forestal	22	24.739,42 €
	62	13.500,00 €
Proyectos y Planificación Rural	21	1.673,00 €
	22	12.153,27 €
	23	900,00 €
	62	11.010,00 €
Silvopascicultura	21	4.800,00 €
	22	27.343,12 €
	62	4.500,00 €
Matemática Aplicada a los Recursos Naturales	22	4.233,93 €
	23	600,00 €
	62	20.863,90 €
Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología	20	430,92 €
	21	1.024,23 €
	22	31.741,94 €
	23	4.481,14 €
	62	35.057,14 €
TOTAL		234.101,18 €

Tabla 3.3 Asignación Presupuestaria de los Departamentos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes año 2010. Fuente: U.P.M. (2009)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

A pesar de lo publicado en los presupuestos generales de la U.P.M. para el año 2010 (U.P.M., 2009), las cuantías asignadas finalmente a Escuela y Departamentos en el 2010 realmente no fueron tales (U.P.M., 2011), ya que la coyuntura económica general obligó a realizar recortes presupuestarios.

Conviene aclarar que aunque en la Tabla 3.3 solo se hace referencia a los seis Departamentos con sede en la E.T.S.I. de Montes, existen otras cuatro Secciones Departamentales con presencia en la Escuela, cuyos presupuestos están recogidos en los apartados correspondientes a los Centros donde se establece su sede. Igualmente, los presupuestos de los Departamentos con sede en la Escuela también incluyen los de aquellas Secciones Departamentales ubicadas en otros centros.



3.2. MÉTODO COMPUESTO DE LAS CUENTAS CONTABLES

3.2.1. Descripción general del Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3)

Para poder calcular la HC y la HE de la E.T.S.I de Montes y conseguir que los resultados obtenidos sean precisos y comparables es necesario recurrir a alguna de las metodologías que aparecen en el panorama actual. En este caso se ha elegido el “Método Compuesto de las Cuentas Contables”, puesto que presenta ciertas ventajas y atributos que hacen de esta herramienta una de las más idóneas.

El Método Compuesto de las Cuentas Contables, o simplemente MC3, fue ideado por Juan Luis Doménech (Doménech, 2007; 2010). Básicamente, este método pretende establecer la relación existente entre el consumo de recursos y el impacto generado por el mismo, medido en términos de HC y HE, apoyándose en herramientas económicas y de gestión empresarial. De esta manera se pretende asociar la inversión económica anual realizada por la organización en estudio para satisfacer sus necesidades, con las emisiones de CO₂ y con la superficie bioproductiva requerida para dar respuesta a su patrón de consumo. Para poder establecer este vínculo, Doménech (2007; 2010) elabora una “matriz de consumos-superficie” basada en la que Wackernagel *et al.* (2000) proponen en su trabajo, y que recoge los consumos de las principales categorías de bienes y servicios que una organización requiere para el desarrollo de su actividad, existiendo también apartados para los residuos generados y el uso de suelo. Esos consumos realizados, residuos generados y superficies empleadas, serán transformados en unidades de SBP (haG) y toneladas de CO₂ con el fin de determinar la HE y la HC correspondientes, empleando para ello una serie de factores de transformación intermedios.

La información necesaria para estimar la HE y la HC empleando el MC3 se obtiene principalmente de documentos contables tales como el balance económico anual, la cuenta de pérdidas y ganancias o las facturas correspondiente al año base en estudio; si bien puede ser necesaria información específica de determinados apartados como son la generación de residuos, o la caracterización de la superficie ocupada por la organización. La razón principal por la que se emplean estos documentos es porque en ellos se refleja claramente el patrón de consumo de la organización en estudio, el cual dará lugar a la HE y a la HC de la organización.

Al igual que en el método compuesto de Wackernagel y Rees (1996), los bienes y servicios adquiridos son transformados, por medio del cálculo de HE, en su equivalente en SBP, considerando la productividad del ecosistema del que se obtienen. Así mismo, mediante el cálculo de HC son determinadas las emisiones de CO₂ asociadas al ciclo de vida de dichos bienes y servicios. De esta manera, el impacto generado por el consumo de bienes y servicios queda caracterizado en términos de superficie bioproductiva y de emisiones de CO₂.

Como se va a mostrar, el cálculo de HC y HE están íntimamente relacionados, según propone el método MC3. Esto es así porque ambos indicadores están conformados en torno a dos componentes fundamentales: una componente energética, asociada al impacto producido por la necesidad de emplear combustibles y una componente natural, asociada al impacto

producido por la necesidad de aprovechar los distintos recursos ofrecidos por cada una de las categorías de SBP. Como puede verse en la Figura 3.6, la componente energética se obtiene directamente del cálculo de la HC, mientras que la componente natural se obtiene del cálculo de la HE. Sin embargo, para que ambas huellas estén completas deben contar con ambas componentes, por tanto deben retroalimentarse la una de la otra. Esto se consigue a través de los “factores de absorción” de CO₂, los cuales definen la capacidad de captación de CO₂ de cada una de las categorías de SBP.

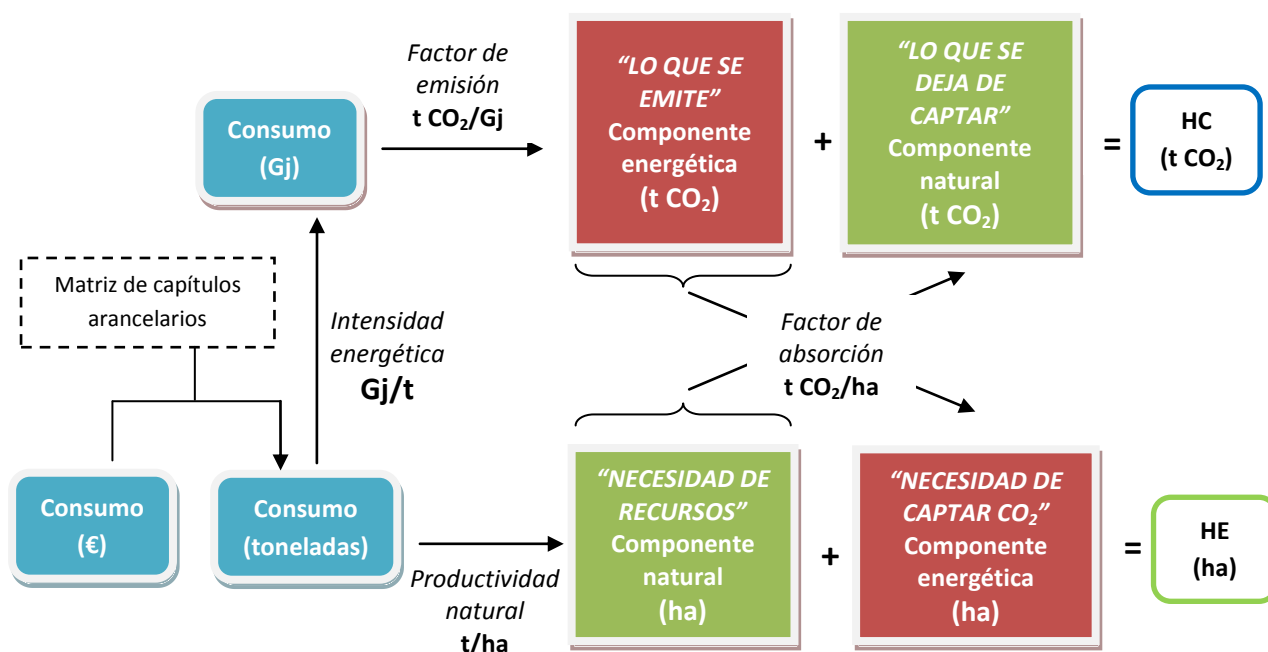


Figura 3.6 Esquema de cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica

Cálculo de la Huella de Carbono en el MC3

Dentro del cálculo de HC, la estimación de la componente energética se puede dividir en dos fases claramente diferenciadas:

Fase 1. Tiene como objetivo conocer la carga energética, expresada en gigajulios (10⁹ julios), asociada al consumo en cada categoría establecida en la matriz de consumo-superficie. Siguiendo los tres alcances entorno a los que se estructura la HC, en esta fase se determinará:

- La carga de energía empleada en la síntesis de los combustibles fósiles consumidos, así como liberada en el uso de los mismos por la organización en estudio (alcance 1).
- La carga energética asociada a los procesos de síntesis de la electricidad consumida por la organización en estudio (alcance 2).
- La carga de energía empleada en la fabricación del resto de bienes y servicios adquiridos por la organización en estudio (alcance 3).

Para conocer estas necesidades energéticas en primer lugar es necesario determinar todos los consumos registrados en las cuentas contables de la organización y expresarlos en magnitudes



físicas (toneladas). Si estos consumos están expresados únicamente en magnitudes económicas (€) puede emplearse la “matriz de capítulos arancelarios” como medio de transformación de unidades económicas (€) a unidades físicas (toneladas de producto o material), tal como se describirá más adelante. Expresados los consumos en la unidad adecuada se aplicará el factor denominado “intensidad energética”, que estima la cantidad de energía incorporada en el ciclo de vida de cada categoría de consumo por tonelada de producto o material obtenidos. De esta manera se estima la carga energética asociada a cualquier bien o servicio adquirido por la organización en estudio.

Fase 2. En esta fase se imputarán las emisiones de CO₂ correspondientes a cada categoría de consumo empleando “factores de emisión”, capaces de expresar la cuantía de emisiones de CO₂ expulsadas a la atmósfera por unidad energética. Estos factores de emisión son propios de cada tipo de combustible, por lo que será necesario relacionar cada categoría de consumo con un tipo de combustible determinado.

Por otro lado, la componente natural de la HC expresará la cantidad de CO₂ que se deja de fijar al emplear recursos bióticos con capacidad de captación. Esta componente proviene del cálculo de HE, por lo que originalmente se expresa unidades de superficie (hectáreas bioproductivas), para ser transformadas en unidades de CO₂ mediante los “factores de absorción”.

Cálculo de la Huella Ecológica en el MC3

Dentro del cálculo de la HE la estimación de la componente natural se reduce a una sola fase, la cual tiene como objetivo fundamental conocer las necesidades de cada tipo de SBP para cubrir la demanda exigida por el patrón de consumo de la organización en estudio. Tras evaluar los consumos realizados por la organización, se vincularán a sus correspondientes categorías de consumo de la matriz de consumo-superficie. Cada categoría de consumo establecida en la matriz de consumos-superficies está asociada con una tipología de SBP. Posteriormente se aplicará el factor de “productividad natural”, que expresa el potencial de producción por hectárea bioproductiva que cada categoría de SBP tiene respecto a cada categoría de consumo. De esta manera se obtendrá una componente natural, que expresará la SBP demandada para satisfacer las necesidades de recursos establecidas por el patrón de consumo descrito.

Sin embargo, este concepto solo responde a la cuantificación de la superficie bioproductiva necesaria para satisfacer la demanda de bienes de origen biótico, como puede ser papel, madera, alimentos etc. en los que existe una correspondencia directa entre categoría de consumo y categoría de SBP. Existen otros bienes y servicios de origen abiótico, como son los productos plásticos, metálicos etc. cuyo consumo también debe ser computado en la HE a través de la estimación de la energía requerida en sus procesos de síntesis. El impacto producido por el consumo de estos bienes y servicios de origen abiótico, junto con el producido por la satisfacción de otras necesidades de naturaleza energética están recogidos en la componente energética de la HE y provienen de su componente homóloga en la HC. Como se explicó en el capítulo 1 correspondiente a la introducción, el empleo de combustibles para la obtención de energía repercute en una liberación de CO₂ que se introduce en la atmósfera



en forma de emisiones antropogénicas. Según este planteamiento surge una deuda ecológica que debe tener expresión en la HE. La forma de computarla es calculando la cantidad de SBP necesaria para capturar estas emisiones de CO₂. Para ello se emplean los “factores de absorción”, que expresan la capacidad que cada categoría de SBP posee para captar CO₂ atmosférico. Dado que los bosques son en general los principales sistemas capaces de fijar CO₂, la componente energética de la HE se atribuye a esta categoría de SBP, empleando así el factor de absorción estimado para los bosques. Esta simplificación puede considerarse aceptable, ya que su función no es otra que dotar de expresión a la deuda ecológica y ambiental contraída al emitir CO₂ de origen antropogénico.

3.2.2. La matriz de consumos-superficies

Para el cálculo de HC y HE, Doménech (2007; 2010) emplea una matriz de cálculo estructurada en seis grupos de columnas. El primer grupo de columnas se denomina “Categoría de producto”. Está constituida por una relación de categorías de consumo en las cuales deben encajarse todos los consumos realizados por la organización en estudio. Estas categorías de consumo están englobadas en tres capítulos generales:

1. Emisiones directas: hacen referencia a la huella asociada al empleo de combustibles para el desarrollo de la actividad. Algunos de los combustibles recogidos en la matriz son el carbón, leña, biomasa, gasolina, diesel, biodiesel, fuel, bioetanol etc. La utilización de estos combustibles en distintos procesos dentro de la organización, como por ejemplo calefacción, transporte etc. dan lugar a dos impactos: por un lado las emisiones de CO₂ expulsadas a la atmósferas de forma directa por la organización (componente energética de la huella) y por otro la demanda de una superficie bioproductiva capaz de suministrar tales combustibles (componente natural de la huella). En total, se recogen catorce categorías de combustibles, a las que hay que sumar otras tantas categorías que recogen la huella correspondiente a los ciclos de vida de dichos combustibles. Por tanto, el conjunto suma veintiocho categorías recogidas en este capítulo.

2. Emisiones indirectas: en este capítulo se recoge la huella asociada al consumo eléctrico llevado a cabo por la organización. Se denomina indirecta porque la fuente de emisión no se encuentra en la propia organización sino en las centrales generadoras de electricidad. Sin embargo las emisiones generadas en el proceso de elaboración de la electricidad se atribuyen a la organización en estudio, ya que la energía adquirida por ésta arrastra consigo la huella asociada a su generación. En la matriz propuesta se establecen once tipos de centrales suministradoras de energía eléctrica: (1) centrales térmicas de carbón-fuel, (2) centrales térmicas de ciclo combinado, (3) centrales nucleares, (4) centrales hidráulicas, (5) centrales mini-hidráulicas, (6) centrales de cogeneración, (7) centrales eólicas, (8) centrales fotovoltaicas, (9) centrales solar-térmicas, (10) centrales de biomasa y (11) centrales de residuos, todas ellas con sus correspondientes ciclos de vida, con lo que finalmente se establecen veintidós categorías de consumo. Para poder estimar qué proporción de la energía eléctrica adquirida corresponde a cada categoría de central, se acude al “mix energético” publicado por la empresa suministradora de energía o al “mix energético nacional” (Red Eléctrica de España, 2011).



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3. Otras emisiones indirectas: este capítulo constituye el auténtico desafío al que se enfrenta el cálculo de HC y HE, pues en este punto coexisten diversidad de criterios, tanto en la acotación de los límites como en la forma de calcular el propio alcance. Este alcance recoge la huella asociada al conjunto de bienes y servicios adquiridos por la organización, a la gestión del uso del suelo y a la generación de residuos en la misma. Se estructura en siete epígrafes en los que se engloban el grueso de las categorías de consumo registradas en la matriz: (1) “Materiales no orgánicos”, (2) “Servicios y contrata”, (3) “Recursos agrícolas y pesqueros”, (4) “Recursos forestales”, (5) “Agua”, (6) “Usos de suelo” y (7) “Residuos, vertidos y emisiones”.

El **primer epígrafe**, correspondiente a los materiales no orgánicos, se divide en cinco subepígrafes, en los que engloban un total de ochenta y cinco categorías de consumo, repartidas según se muestra en la Tabla 3.4.

MATERIALES NO ORGÁNICOS				
Mercancías	Material no amortizable	Material amortizable	Material amortizable (obras)	Uso de infraestructuras públicas (obras)
Materias primas (áridos-mineral en general) Cemento Ladrillos, cerámica y material refractario Derivados del vidrio Material de porcelana y sanitarios cerámicos Productos derivados del plástico Material textil sintético semi-elaborado Vestuario y textil sintético confeccionado Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc. Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, etc. Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos Abonos Productos farmacéuticos Productos básicos del hierro o del acero Productos básicos del cobre o níquel Productos básicos del aluminio y derivados Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio) Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos Miscelánea manufacturas, material de oficina Maquinaria industrial y grandes equipamientos Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos Vehículos transporte (tierra, mar y aire), artefactos flotantes automóviles terrestres y tractores (y sus partes) Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.			Energía (gasoil) Ciclo de vida (gasoil) Cemento Productos siderúrgicos Ligantes bituminosos Ladrillos y refractarios Madera Cobre	Energía (gasoil) Ciclo de vida (gasoil) Cemento Productos siderúrgicos Ligantes bituminosos Ladrillos y refractarios Madera Cobre

Tabla 3.4 Estructura del epígrafe “Materiales no orgánicos”. Fuente: Doménech (2007)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El primer subepígrafe corresponde a aquellos materiales que constituyen materiales de flujo, es decir, mercancías. Por tanto solo se destina a organizaciones de tipo empresarial que orienten su objeto de negocio al comercio con mercancías materiales. El segundo subepígrafe hace referencia al material no amortizable como, por ejemplo, materiales consumibles o fungibles, en contraposición al tercer subepígrafe, que hace referencia a las inversiones amortizables acometidas por la organización. El cuarto subepígrafe refiere a la inversión en material de obras de las que solo conoce el importe total sin desglosar y que se distribuye gracias al empleo de una matriz de obras, que categoriza según la tipología de la obra la repercusión en el consumo de distintos materiales. Por último, el último subepígrafe está relacionado con el empleo de infraestructuras públicas, determinada en función de los tributos remitidos a la administración pública con autoridad competente.

El **segundo epígrafe** está constituido por la huella asociada a servicios y contrata, en el que se hacen referencia a todos los servicios contratados por la organización. Estos servicios se catalogan en torno a los cinco subepígrafes reflejados en la Tabla 3.5. Como puede verse, en este epígrafe se incorporan un total de veintiséis categorías de consumo.

SERVICIOS Y CONTRATAS				
Servicios con baja movilidad	Servicios con alta movilidad	Servicios de transporte de personas	Servicios de transporte de mercancías	Uso de infraestructuras públicas
Servicios externos de oficina, asesorías, etc. Servicios de oficina de alto valor añadido Servicios de hospedería, hoteles Telefonía (total fijos y móviles) Servicios médicos Servicios culturales, sociales, ocio, cooperación, deportes Formación externa Servicios interiores de limpieza, mantenimiento y similares Alquileres polígonos industriales, dominio público y similares Alquileres centros comerciales y "comunitarios"	Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares Correo, paquetería, mensajería	Taxi Tren Avión Barco nacional	Furgonetas y similares Camiones Ferrocarril Avión Buque nacional (portacontenedores) Buque internacional (portacontenedores)	IVA declarado Impuesto sociedades Otros impuestos o tributos Multas y sanciones

Tabla 3.5 Estructura del epígrafe “Servicios y contrata”. Fuente: Doménech (2007)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El **tercer epígrafe** está compuesto por los recursos de origen agrícola y pesquero. Por lo tanto, las categorías de consumo que contiene están vinculadas a los sectores agrario y pesquero. Se compone de un total de tres subepígrafes que engloban un total de setenta y cuatro categorías de consumo, como se resume en la Tabla 3.6.

RECURSOS AGRICOLAS Y PESQUEROS		
Vestuarios y manufacturas	Productos agropecuarios	Servicios de restaurante
	Animales vivos	Comidas de empresa
	Carnes (aves)	Servicio de restaurante
	Carnes (cerdo, pastos)	Alimentos
	Carnes (cerdo, cultivos)	Carnes
	Carnes (Bovino, pastos)	Pollo, aves
	Carnes (Bovino, cultivos)	Cerdo, embutidos (pastos)
	Carnes (Ovino-caprino, pastos)	Cerdo, embutidos (cultivos)
	Pescados, crustáceos y moluscos (fresco o congelado)	Bovino (pastos)
	Leche, lácteos	Bovino (cultivos)
	Huevos	Ovino-caprino (pastos)
	Resto de productos de origen animal	Pescados y mariscos
Manufacturas del esparto, cestería	Plantas y flores vivas o cortadas, bulbos	Cereales, harinas, pastas, arroz, pan
Material textil natural (primera elaboración)	Legumbres, hortalizas, raíces y tubérculos (frescas)	Bebidas (zumos, vino, alcoholes)
Vestuario y textil confeccionado de algodón	Ídem. (congelados, conserva...)	Legumbres, hortalizas, raíces y tubérculos
Vestuario y textil confeccionado de lana	Frutas y frutos secos	Azúcares, dulces, turrone
Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	Café, té, especias, cacao y sus preparados	Aceites y grasas
Bovino (pastos)	Cereales, harinas, pan, pastas, arroz	Lácteos (quesos, nata, leche)
Bovino (cultivos)	Gomas, resinas y extractos vegetales	Cafés, té, cacao
Ovino-caprino (pastos)	Aceite vegetal	
	Azúcares, miel y confitería	
	Preparados de carne	
	Preparados de pescado, mariscos, invertebrados	
	Preparados de cereales	
	Preparados de hortalizas	
	Preparados alimenticios diversos	
	Bebidas con y sin alcohol (jugos, mermeladas)	
	Tabaco y sucedáneos elaborados	
	Piensos y alimentos para animales, paja y forraje	

Tabla 3.6 Estructura del epígrafe “Recursos agrícolas y pesqueros”. Fuente: Doménech (2007)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El **cuarto epígrafe** se asocia a los recursos forestales. Las categorías de consumo agrupadas en este epígrafe están relacionadas con el sector forestal, sumando un total de trece categorías de consumo, como puede verse en la Tabla 3.7:

RECURSOS FORESTALES
Trozos de madera, puntales, pilotes, estiba, traviesas, etc.
Madera cortada, aserrada, cepillada
Chapas de madera
Madera contrachapada, paneles
Artículos manufacturados de madera (no muebles)
Mobiliario con base principal de madera
Pasta de madera u otras fibras celulósicas
Papel, cartón y sus manufacturas
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado
Productos editoriales, prensa e industria gráfica
Productos editoriales en papel reciclado
Manufacturas del corcho
Manufacturas del caucho natural

Tabla 3.7 Estructura del epígrafe “Recursos forestales”. Fuente: Doménech (2007)

El **quinto epígrafe** se relaciona con el consumo de agua en la organización. Se estructura en dos epígrafes según la potabilidad del agua empleada. De esta manera, se encuadran un total de trece categorías de consumo en este epígrafe, tal y como muestra la Tabla 3.8:

AGUA	
Consumo de agua potable	Consumo de agua no potable
Uso alimentario	Uso sanitario y lavado
Uso sanitario y lavado	Uso de hidrantes (anti-incendios)
Uso de hidrantes (anti-incendios)	Riego de jardines
Riego de jardines	Riegos agrícolas
Riegos agrícolas	Riego anti-polvo (viales, graneles...)
Riego anti-polvo (viales, graneles...)	Procesos industriales
Procesos industriales	

Tabla 3.8 Estructura del epígrafe “Agua”. Fuente: Doménech (2007)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El **sexto epígrafe** se refiere al uso del suelo en el seno de la organización. Doménech propone dos subepígrafes, según la naturaleza de la superficie sobre la que se asientan las infraestructuras propias de la organización (tierra firme o agua). De esta manera aparecen un total de once categorías de consumo, tal y como puede verse en la Tabla 3.9:

USO DEL SUELO	
Sobre tierra firme	Sobre agua
Zonas de cultivos	Rellenos utilizados para cultivos
Zonas de pastos o jardines	Rellenos utilizados para pastos o jardines
Zonas de arbolado	Rellenos utilizados para bosque o arbolado
Construido, asfaltado, erosionado, etc.	Rellenos para muelles, pistas, etc.
Acuicultura	Usos acuáticos, pesca (sin acuicultura)
	Acuicultura en mar

Tabla 3.9 Estructura del epígrafe “Usos de suelo”.

Fuente: Doménech (2007)

Por último, el **séptimo epígrafe** recoge los residuos, vertidos y emisiones de otros GEI que la organización genera a causa del desarrollo de su actividad. Este epígrafe se divide en cuatro subepígrafes, englobando un total de treinta y ocho categorías, como refleja la Tabla 3.10:

RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES			
Residuos no peligrosos	Residuos peligrosos	Vertidos en efluentes	Emisiones
Residuos urbanos y asimilables (vertedero)	Aceites usados	Vertidos a red (con EDAR al mar)	CH ₄ (metano)
Residuos urbanos y asimilables (incineración)	Emulsiones agua/aceite		N ₂ O (óxido nitroso)
Orgánicos (alimentos)	Ácidos alcalinos o salinos		HFCs (hidrofluorocarbonos)
Papel y cartón	Sanitarios y MER	Vertidos a red (con EDAR a río)	PFCs (perfluorocarbonos)
Envases ligeros (plástico, latas, brik)	Filtros de aceite	Vertidos al mar con autorización	SF ₆ (hexafluoruro de azufre)
Vidrio	Absorbentes usados		CFC 11 (clorofluorocarbonos 11)
Residuos de construcción y demolición	Pinturas, barnices, alquitranes, químicos		NO _x (óxidos de nitrógeno)
	Pilas		CO (monóxido de carbono)
	Disolventes		O ₃ (ozono)
	Taladrinas		HCs (Hidrocarburos totales sin metano)
	Baterías		SO ₂ (dióxido de azufre)
	RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)		COV (compuestos orgánicos volátiles)
	Envases contaminados (incluye metálicos)		COP (compuestos orgánicos persistentes)
			Metales pesados
			PM-CE (material particulado-hollín)

Tabla 3.10 Estructura del epígrafe “Residuos, vertidos y emisiones”. Fuente: Doménech (2007)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El inventario de emisiones de otros GEI se determina automáticamente mediante el empleo de una matriz de gases contaminantes que vincula las categorías de consumo desarrolladas en anteriores epígrafes con las emisiones asociadas al análisis de su ciclo de vida.

La elección del elenco de categorías de consumo descritas anteriormente responde a un doble criterio, que tiene en cuenta, tanto la clasificación establecida en los trabajos de Wackernagel (1998) y Wackernagel *et al.* (2000), como un criterio práctico, ya que es fácil identificar muchas de estas categorías con los códigos TARIC de los capítulos arancelarios, también denominados “Arancel Integrado de las Comunidades Europeas”, empleados a menudo en diferentes estadísticas de comercio exterior. De esta manera, el método posibilita resolver uno de los principales problemas a los que se enfrenta el cálculo de HC y HE, y que no es otro que la necesidad de obtener información de los consumos expresados en unidades físicas, en concreto, unidades de masa. En general, las organizaciones no disponen de una contabilidad analítica que recoja en magnitudes físicas los gastos ocasionados, por lo que se requiere un método de transformación de magnitudes económicas (€) a magnitudes físicas (toneladas). En este sentido, Doménech propone emplear la información registrada en las estadísticas de comercio exterior, las cuales vinculan la masa de cada capítulo arancelario con su valor económico. Esto permite elaborar un ratio masa/valor económico (toneladas de producto / €) tipo para cada categoría producto, que puede ser empleado para estimar los consumos de la organización en magnitudes físicas, en ausencia de una contabilidad analítica más precisa. Para poder implementar esta información se utiliza una matriz denominada “de capítulos arancelarios”, proporcionada por la “Cámara de Comercio”, basada en estadísticas de comercio exterior y que vincula el valor económico de las exportaciones de diferentes categorías de productos con su masa. Empleando esta matriz, solo resta establecer una correspondencia entre las categorías de consumo recogidas en la matriz de consumos superficies con las categorías establecidas en la matriz de capítulos arancelarios para poder ejecutar la transformación. Hay que aclarar que esta correspondencia no siempre es perfecta, por lo que solo debe emplearse en el caso en que no contemos con información detallada acerca de los consumos realizados por la organización. En la tabla 3.11 se refleja una muestra de la matriz de capítulos arancelarios:

Nº	CAPÍTULO	AÑO 2009		
		Peso de las exportaciones (toneladas)	Valor de las exportaciones (miles de €)	Factor de conversión (€ / tonelada)
1	Animales vivos	106.138,70	161.702,20	1.279,74
2	Carne y despojos comestibles	771.549,10	1.494.534,30	1.627,13
3	Pescados y crustáceos, moluscos y demás invertebrados acuáticos	547.740,40	1.017.969,70	1.561,13
4	Leche y productos lácteos; huevos de ave; miel natural; productos comestibles de origen animal no expresados ni comprendidos en otra parte	327.144,50	443.356,70	1.138,39
...

Tabla 3.11 Muestra de la matriz de capítulos arancelarios. Fuente: Doménech (2007)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

Descrita la primera columna de la matriz de consumos-superficies, el segundo grupo está constituido por un total de cinco de columnas. Su función es expresar los consumos de cada categoría en las distintas magnitudes (unidades de consumo, euros, toneladas y gigajulios), tal como muestra la Tabla 3.12. Este grupo de columnas constituye la fuente de información a partir de la cual poder abordar el cálculo de la HC y HE.

Unidades de consumo	Euros sin I.V.A.	Toneladas	Intensidad energética	gigajulios
(unidades / año)	(Euros / año)	(toneladas / año)	(gigajulios / t)	(gigajulios/año)

Tabla 3.12 Expresión del consumo anual recogido en la matriz de consumos-superficies.
Fuente: Doménech (2007)

La primera columna hace referencia a la cuantía del consumo expresada en magnitudes físicas (distintas de la masa) en que pueda estar descrito el consumo de dicha categoría, en el caso en que aparezca así expresado en la contabilidad anual. Por ejemplo, es común que en el consumo de combustibles de origen fósil, como por ejemplo el gasoil, aparezca registrado el volumen adquirido en litros o en m³. Esta columna solo tiene sentido en el capítulo de emisiones directas, en el capítulo de emisiones indirectas y en algunos epígrafes del capítulo correspondiente a otras emisiones indirectas, como son los dedicados a los usos de suelo y al consumo de agua.

La segunda columna expresa el consumo en magnitudes económicas. Esta columna se puede omitir en el caso de contar con una contabilidad analítica que refleje los consumos en toneladas. De no ser así se empleará junto a la matriz de capítulos arancelarios para transformar el gasto en € en consumo en toneladas.

La tercera columna expresa el consumo de cada categoría de consumo en toneladas. Existen dos casos particulares en la información recogida por esta columna. El primero es el caso del epígrafe de servicios y contratas, en el cual se estima las toneladas de combustible fósil líquido necesarias para el desempeño de estas tareas. Los coeficientes empleados para expresar el porcentaje energético de la facturación responden a experiencias empíricas descritas en su mayoría en Doménech (2007) y en cualquier caso están sujetos a revisión constante y a sustitución en el caso de contar con valores más precisos. En la Tabla 3.13 se enumeran los porcentajes energéticos de la factura de distintos servicios, así como su factor de conversión de euros a toneladas de gasoil. El segundo caso está constituido por el epígrafe correspondiente a usos de suelo, en el cual esta columna no tiene expresión.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

Concepto	% energético de la factura	Factor de conversión (tonelada gasoil / €)
Servicios con baja movilidad		
Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	4,0	0,00004211
Servicios de oficina de alto valor añadido	2,0	0,00002105
Servicios de hospedería, hoteles	6,0	0,00006316
Telefonía (total fijos y móviles)	8,0	0,00008421
Servicios médicos	6,0	0,00006316
Servicios culturales, sociales, ocio, cooperación, deportes	9,0	0,00009474
Formación externa	4,0	0,00004211
Servicios interiores de limpieza, mantenimiento y similares	1,0	0,00001053
Alquileres polígonos industriales, dominio público y similares	2,0	0,00002105
Alquileres centros comerciales y "comunitarios"	1,0	0,00001053
Servicios con alta movilidad		
Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	15,5	0,00016316
Correo, paquetería, mensajería	30,0	0,00031579
Servicios de transporte de personas		
Taxi	20,0	0,00021053
Tren	8,0	0,00015238
Avión	30,5	0,00032105
Buque	12,0	0,00073846
Servicios de transporte de mercancías		
Furgonetas y similares	30,0	0,00031579
Camiones	20,0	0,00021053
Ferrocarril	8,0	0,00015238
Avión	60,0	0,00063158
Buque nacional (portacontenedores)	8,0	0,00049231
Buque internacional (portacontenedores)	5,0	0,00030769
Servicios de restaurante		
Servicio de restaurante	8,0	0,00008421

Tabla 3.13 Matriz de servicios. Fuente: Doménech (2007)

La cuarta columna constituye la expresión de cada categoría de consumo en unidades energéticas, en este caso “gigajulios por tonelada”. Esta columna constituye una de las más importantes de toda la matriz, ya que permitirá el cálculo de la componente energética tanto de la HC como de la HE. En ella se expone la caracterización energética asociada al ciclo de vida de cada categoría de consumo, expresada a través de la intensidad energética. Los valores de este coeficiente empleados en el MC3 se han determinado en virtud a estudios de análisis de ciclo de vida de gran cantidad de productos, que tratan de cuantificar precisamente la carga energética que se requiere en los procesos de extracción y procesamiento de la materia prima, síntesis y producción de cada producto, así como su distribución, comercialización y almacenaje. Doménech (2007) propone una base de datos de intensidades energéticas de 620 categorías de productos proporcionada por el *Methodology Report v12 Draft* (Simmons, *et al.*, 2006), cuyos valores agrega y encaja en cada categoría de consumo propuesta, para dar



3. MATERIALES Y MÉTODOS

respuesta a la necesidad de expresar la carga energética de cada categoría de consumo propuesta en la matriz de consumo-superficie. Estos valores deben ajustarse lo mejor posible a cada categoría de consumo, por lo que deben permanecer en constante revisión, tratando de emplear intensidades energéticas ofrecidas por los estudios más recientes en esta materia.

La quinta columna recoge el consumo energético necesario para obtener los recursos consumidos durante el año base de estudio expresado en gigajulios por año y responde a la operación de multiplicar el consumo en toneladas de cada categoría de consumo por el valor de intensidad energética atribuida, es decir, multiplicar la tercera y la cuarta columna. Con esta operación obtenemos la carga energética atribuible a todos los consumos realizados por la organización en estudio, paso previo para determinar la componente energética de la HC y HE, tal y como muestra la Ecuación 3.1:

$$\frac{\text{toneladas}}{\text{año}} * \frac{\text{gigajulios}}{\text{toneladas}} = \frac{\text{gigajulios}}{\text{año}}$$

Ecuación 3.1 Cálculo de la carga energética asociada a los consumos. Fuente: Doménech (2007)

El tercer grupo de columnas está constituido por una serie de factores de transformación, necesarios para obtener la componente energética y la componente natural de ambas huellas. En el caso de la HC, de cuyo cálculo se obtiene directamente la componente energética, se denominan “factores de emisión” y expresan las toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera por cada gigajulio de energía consumido, directa o indirectamente, en cada una de las categorías de consumo. Es necesario asociar cada categoría de consumo a una fuente energética para poder asignarle su correspondiente factor de emisión. En el capítulo 3, referente a otras emisiones indirectas, el factor de emisión más empleado corresponde al del gasoil, ya que se parte del supuesto de que esta es la fuente de energía más utilizada en los procesos de fabricación (Doménech, 2007). En los capítulos 1 y 2 se empleará el factor de emisión correspondiente a la fuente energética que corresponda. En la Tabla 3.14: se muestran los principales factores de emisión empleados:

FUENTE ENERGÉTICA	FACTOR DE EMISIÓN (tonelada de CO ₂ / gigajulio)
Carbón	0,0973
Leña	0,1120
Biomasa procedente de madera	0,1120
Otra biomasa	0,1000
Gas natural	0,0560
Gasolina 95	0,0690
Gasolina 98	0,0690
Gasoil A	0,0737
Gasoil B	0,0737
Gasoil C	0,0737
Fuel	0,0760
Biodiesel 100% (de cultivos)	0,0741
Biodiesel 100% (de aceites usados)	0,0741
Bioetanol 100%	0,0693

**Tabla 3.14 Principales factores de emisión empleados en la matriz de consumos-superficies.
Fuente: Doménech (2007)**



3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el caso de la HE, el tercer grupo de columnas recoge la “productividad natural”, que como se comentó anteriormente, es un factor que expresa la capacidad que un determinado tipo de superficie bioproductiva tiene de proporcionar un determinado producto. Se expresa en “toneladas de producto / hectárea y año”. Puede considerarse una tasa anual de obtención de recursos por superficie bioproductiva, a la que se aplican los coeficientes de rendimiento adecuados para dotar de expresión a la transformación de recurso natural en producto final. Esta columna solo tiene expresión en aquellas categorías de consumo que procedan de recursos de origen biótico, como corresponde a las categorías contenidas en los capítulos de “Recursos agrícolas y pesqueros”, “Recursos forestales” y “Agua”, dando lugar a la componente natural de la HE y por extensión, de la HC.

La posibilidad de construir plantas productoras de energía otorga al suelo un atributo adicional, una capacidad de obtener energía definida por el tipo de instalación que se implante. De esta manera surge el concepto de “productividad energética”, definida como la tasa de energía que una superficie es capaz de generar anualmente en virtud a su capacidad de albergar un tipo de instalaciones generadoras de energía. Se mide en energía por unidad de superficie y tiempo (gigajulios / hectárea / año). Este factor está íntimamente asociado a la tecnología empleada por la instalación, ya que los rendimientos en la producción de energía varían según la tecnología que se emplee. Además las particularidades propias de cada categoría de SBP las hacen adecuadas para albergar distintos tipos de instalaciones. Por ejemplo, es común que los huertos solares se instalen en zonas donde el uso de suelo más común sea el agrícola. En la Tablas 3.15 y 3.16 se muestra un resumen de algunos de los valores de productividad natural y productividad energética empleados en la propuesta de Doménech (2007) para el cálculo de HE.

CATEGORÍA DE CONSUMO	PRODUCTIVIDAD NATURAL (toneladas / hectárea y año)	CATEGORÍA DE SBP
Productos agropecuarios		
Animales vivos	0,14	Pastos
Pescados, crustáceos y moluscos	0,048	Mar
Leche, lácteos	9,78	Pastos
Huevos	2,36	Tierra cultivable
Resto de productos de origen animal	0,26	Tierra cultivable
Plantas y flores vivas o cortadas, bulbos	0,88	Tierra cultivable
Legumbres, hortalizas, raíces y tubérculos (frescas)	17,19	Tierra cultivable
Recursos forestales		
Trozas de madera, puntales, pilotes, estibas, etc.	1,19	Bosques
Madera cortada, aserrada, cepillada	1,19	Bosques
Chapas de madera	1,19	Bosques
Madera contrachapada, paneles	1,19	Bosques
Mobiliario con base principal de madera	1,19	Bosques
Pasta de madera u otras fibras celulósicas	0,01	Bosques
Papel, cartón y sus manufacturas	0,01	Bosques
Productos editoriales, prensa e industria gráfica	0,01	Bosques
Manufacturas del caucho natural	0,19	Bosques

Tabla 3.15 Productividad natural correspondientes a algunas categorías de consumo.

Fuente: Doménech (2010)



3. MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE CENTRAL	PRODUCTIVIDAD ENERGÉTICA (gigajulios / ha / año)	CATEGORÍA DE SBP
Hidráulica	15.000	Pastos
Mini-hidráulica	200	Tierra cultivable
Eólica	114.538	Pastos
Fotovoltaica	4.500	Tierra cultivable
Solar térmica	40.000	Tierra cultivable

Tabla 3.16 Productividad energética correspondientes a los suministros eléctricos.

Fuente: Doménech (2010)

El cuarto grupo de columnas resume la huella distribuida por tipo de SBP, es decir, reflejan el impacto que cada SBP experimenta a causa del consumo de recursos para satisfacer las necesidades establecidas por el patrón de consumo. La primera de ellas corresponde a bosques para absorción de CO₂. En ella se recoge la componente energética de la huella. En términos de HC expresa la cuantía de CO₂ generado como consecuencia de la quema de combustibles, en la fabricación de bienes, en el gasto energético de los servicios contratados, en la energía consumida en el tratamiento de residuos, etc. Como puede verse en la Figura 3.7, la HC se calcula multiplicando el consumo energético anual (gigajulios/año) por el factor de emisión (toneladas de CO₂ / gigajulios) correspondiente al combustible empleado:

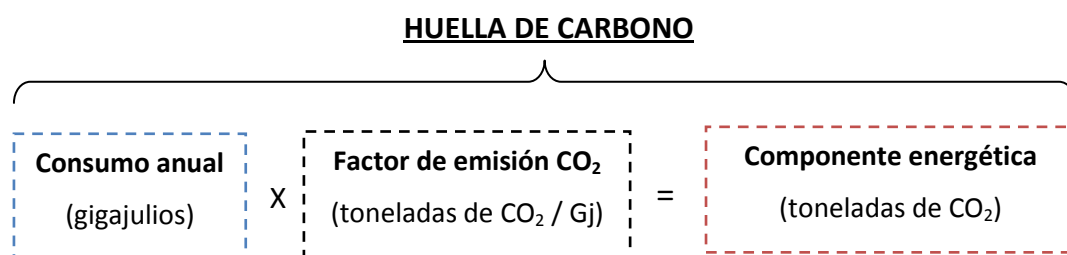


Figura 3.7 Cálculo de la componente energética de la Huella de Carbono

En el caso de la HE, esta primera columna expresa la demanda de superficie boscosa que sería necesaria para fijar el CO₂ contenido en esta componente energética. Como se comentó anteriormente, la componente energética de la HE se retroalimenta de la HC a través de los factores de absorción. De esta manera, dividiendo la componente energética de la HC (toneladas de CO₂) entre el factor de absorción (toneladas de CO₂ / hectárea) correspondiente a la tipología de SBP bosques obtendremos la componente energética de la HE, como se ve en la Figura 3.8:

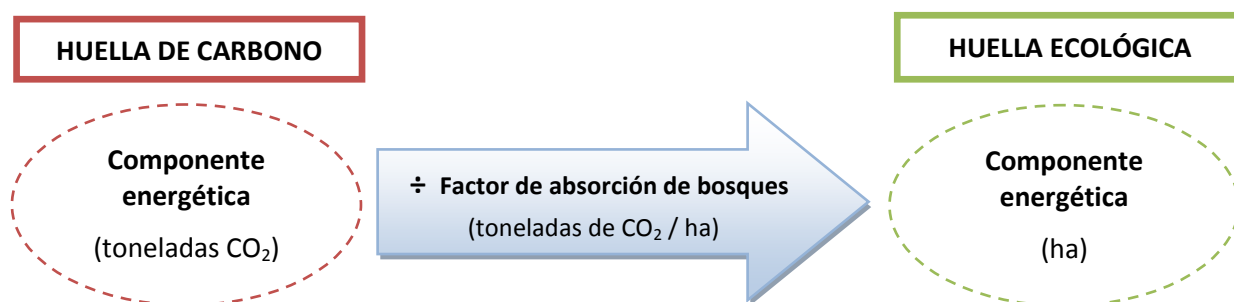


Figura 3.8 Cálculo de la componente energética de la Huella Ecológica



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El resto de columnas constituyen la componente natural de ambas huellas. Su cálculo directo se establece en el cálculo de HE. Conocidos los consumos en toneladas de cada categoría de consumo, se aplica en cada caso el factor de productividad natural (tonelada de producto / hectárea) que corresponda según la tipología de SBP de donde se obtengan, (superficie cultivable, pastos, bosques, terreno construido, mar) obteniéndose la componente natural de la HE, como puede verse en la Figura 3.9:

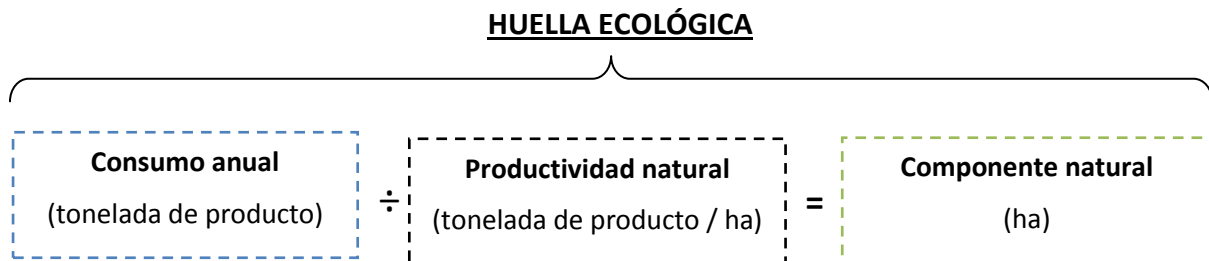


Figura 3.9 Cálculo de la componente natural de la Huella Ecológica

Dentro de la HC, esta componente expresa la cantidad de CO₂ que se deja de fijar al apropiarse de la SBP necesaria para satisfacer las necesidades establecidas por el patrón de consumo. En este caso, como se ve en la Figura 3.10, se retroalimenta de la componente natural de la HE a través de la aplicación de del factor de absorción correspondiente a la SBP considerada:

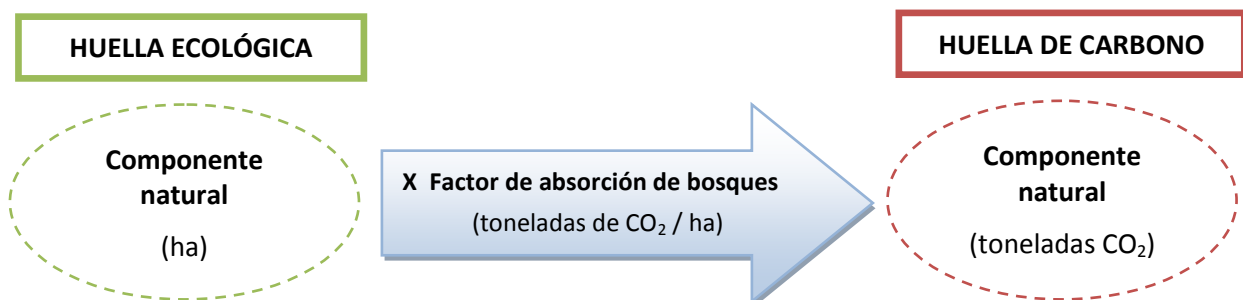


Figura 3.10 Cálculo de la componente natural de la Huella de Carbono

El último grupo de columnas expresa la huella total correspondiente a cada categoría de consumo. En el caso de la HC, las unidades empleadas para expresar la huella serán toneladas de CO₂, con lo cual bastará con sumar directamente el resultado obtenido en cada tipología de SBP. En el caso de la HE será necesario homogeneizar las unidades superficiales, puesto que para poder sumar la huella correspondiente a cada tipo de SBP se requiere una transformación a hectáreas globales (haG) a través de los “factores de equivalencia”. Estos factores expresan la equivalencia entre cada tipología de SBP, normalizando las hectáreas obtenidas en cada una de ellas, ya que la productividad de los bosques, del mar, de las tierras cultivables, etc., son distintas. Por tanto el factor de equivalencia representa la productividad potencial media global de una SBP en relación a la media de todas las productividades medias globales de todas las tipologías de SBP (Doménech, 2007). La transformación de hectáreas bioproductivas a hectáreas globales se detalla en la Ecuación 3.2:



$$HE \text{ (haG)} = HE \text{ (ha)} \cdot \text{Factor de equivalencia (haG/ha)}$$

Ecuación 3.2 Transformación de hectáreas productivas a haG

En la Tabla 3.17 se muestran los distintos factores de equivalencia empleados en el cálculo de HE proporcionados por la GFN (2008):

CATEGORÍA DE SBP	FACTOR DE EQUIVALENCIA
Bosques para CO ₂	1,26
Tierra cultivable	2,51
Pastos	0,46
Bosques	1,26
Terreno construido	2,51
Mar	0,37
Aguas continentales	0,37

Tabla 3.17 Factor de equivalencia para las distintas categorías de Superficie Biológicamente Productiva. Fuente: Doménech GFN (2008)

Para finalizar, es necesario introducir el concepto de “contrahuella”. Según Doménech (2007), la HE corresponde a la superficie con la que la organización en estudio cuenta en su “debe” ambiental. Sin embargo, es posible que esta organización satisfaga sus necesidades con algunos productos procedentes de explotaciones que garanticen la sostenibilidad del recurso, o cuente entre sus usos de suelo con superficie con potencial bioproductivo. En este caso surge el concepto de contrahuella, la cual mide la inversión en capital natural bioproductivo, expresado en hectáreas bioproductivas o en toneladas de CO₂ captadas, que está ejerciendo la organización gracias a su política de adquisición de suministros y de usos del suelo. Puede decirse que la contrahuella corresponde a la superficie bioproductiva o al número de toneladas de CO₂ que aparecen en el “haber” dentro de su cuenta ambiental. Por tanto, la huella neta corresponde a la diferencia entre huella y contrahuella. En el caso de tratarse de suministros que garanticen la sostenibilidad del recurso, la contrahuella supondrá descontar la componente natural de la huella de la citada categoría de consumo, no sucediendo lo mismo con la componente energética. En el caso en el que la organización en estudio cuente entre sus usos de suelo con superficie bioproductiva, esta superficie se contabilizará como contrahuella aplicando previamente un “factor de rendimiento” que homogenice el valor de la productividad media local con el de la productividad media mundial. En la Ecuación 3.3 se detalla el cálculo de la contrahuella:

$$\text{Contrahuella (haG)} = \text{SBP disponible (ha)} \cdot \text{FE (haG/ha)} \cdot \text{FR}$$

Ecuación 3.3 Cálculo de la contrahuella

Siendo:

- **SBP:** Superficie biológicamente productiva
- **FE:** Factor de equivalencia
- **FR:** Factor de rendimiento



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El factor de rendimiento refleja las diferencias entre la productividad de los ecosistemas correspondientes al capital natural propio de la organización estudiada y la productividad media del planeta. Estos factores están sujetos a variaciones anuales asociados a condiciones climáticas y prácticas de gestión. En la Tabla 3.18 se recogen los factores de rendimiento proporcionados por la GFN para el conjunto de la superficie bioproductiva española en el año 2005 y que serán empleados en este estudio como estándar por no disponer de datos más actuales:

CATEGORÍA DE SBP	FACTOR DE RENDIMIENTO
Tierra cultivable	0,75
Pastos	1,21
Bosques	0,64
Terreno construido	0,75
Mar	1,07
Aguas continentales	1,00

Tabla 3.18 Factores de rendimiento para España. Fuente: Carballo (2010)

La mecánica de cálculo de la HC y HE están implementadas en un libro de Excel elaborado por Doménech (2007), lo que permite automatizar los cálculos. En este libro aparece representada la matriz de consumos superficies, junto con una serie de pestañas auxiliares en las que se introducen entre otros elementos los factores de emisión, absorción, y rendimiento, productividades naturales, la base de datos de intensidades energéticas, la matriz de capítulos arancelarios, la matriz de gases, la matriz de obras, los distintos mixes energéticos de las compañías eléctricas, etc. Como datos de entrada se introducen las cuantías del gasto económico de cada una de las categorías de consumo establecidas en la matriz de consumos superficies, así como usos de suelo y generación de residuos, y como datos de salida aparece la HC y la HE.

Para realizar el presente estudio, este libro se ha modificado, como se verá posteriormente, adaptándolo a las particularidades de la E.T.S.I. de Montes ofreciendo así una herramienta capaz de proporcionar una contabilidad ambiental basada en el cálculo de HC y HE.

**3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS LÍMITES DEL SISTEMA****3.3.1. Introducción**

El presente estudio pretende determinar la HC y la HE de la E.T.S.I. de Montes. Como paso previo, resulta necesario establecer una serie de límites operacionales, que acoten perfectamente la realidad que se va a someter a estudio y definan las consideraciones o simplificaciones adoptadas en el planteamiento del cálculo de la HC y HE. Como puede verse en la Tabla 3.19, estos límites se aglutinan en torno a tres categorías: límites físicos, límites organizativos y límites socioeconómicos.

LÍMITE	DESCRIPCIÓN
Límites físicos	Acotan superficialmente la realidad en estudio y define las consideraciones a tener en cuenta en este ámbito
Limites organizativos	Acotan la estructura organizativa de la realidad en estudio según el planteamiento en el estudio y define las consideraciones a tener en cuenta en este ámbito
Límites socioeconómicos	Acotan y definen las consideraciones a tener en cuenta en el plano socioeconómico

Tabla 3.19 Caracterización de los límites operacionales

Dada la estructura organizativa de todos los centros de la U.P.M., se ha considerado subdividir la E.T.S.I. de Montes en dos unidades funcionales: por un lado la unidad denominada “Escuela” y por otro lado la unidad denominada “Departamentos”. Cada unidad tiene presupuestos diferenciados y ámbitos de actividad distintos, por lo que resulta necesario calcular sus correspondientes huellas por separado para comprender en su plenitud el comportamiento de estos indicadores en el conjunto de la E.T.S.I. de Montes. La huella del conjunto de la E.T.S.I. de Montes resultará de la composición de las huellas estas dos unidades funcionales.



3.3.2. Límites físicos

Los límites físicos que se han tenido en cuenta en la elaboración del cálculo son coincidentes con el recinto vallado en el que se ubica la E.T.S.I. de Montes, mostrado en la Figura 3.11 con una línea roja. Solo se ha excluido la superficie edificada correspondiente a la E.U.I.T. Forestal. También se ha decidido incluir en el estudio la totalidad del arboreto y no excluir la proporción correspondiente a la E.U.I.T. Forestal, ya que se considera que el arboreto constituye una unidad funcional que responde en conjunto a las necesidades de la Escuela. Para el cálculo de la HC y la HE se ha considerado atribuir el conjunto del suelo así como sus diferentes usos a la unidad funcional “Escuela”.

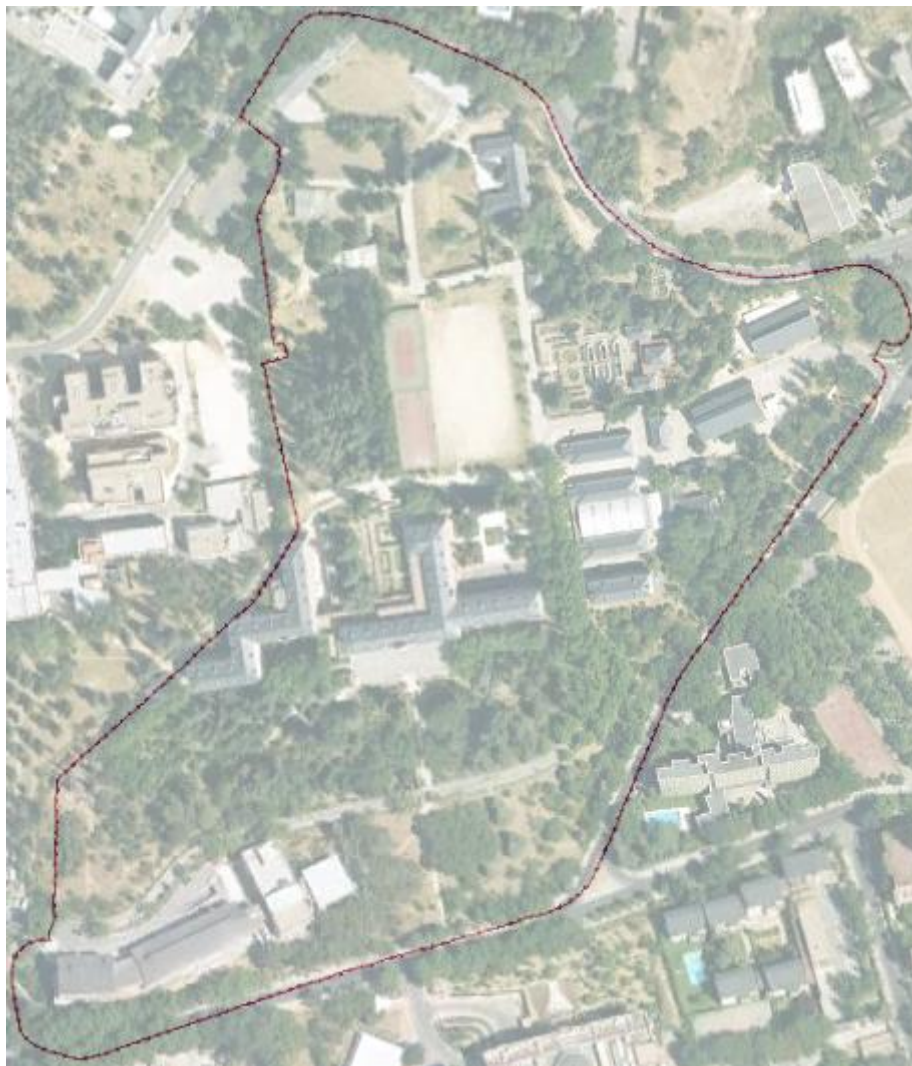


Figura 3.11 Límites físicos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes considerados en el estudio



3.3.3. Límites organizativos

Como se ha explicado anteriormente, la E.T.S.I. de Montes constituye la sede de varios Departamentos, a través de los cuales desempeña su función docente e investigadora. Como se ha mencionado, Escuela y Departamentos reciben una asignación independiente procedente de la U.P.M. Este hecho hace necesario que se analicen por separado sus correspondientes contabilidades, para determinar la HC y la HE asociadas a los gastos generales de la Escuela y a los gastos de los Departamentos. Estas huellas serán posteriormente agregadas obteniendo como resultado la huella total de la E.T.S.I. de Montes.

A pesar de que en la E.T.S.I. de Montes tienen presencia física diez Departamentos, se decidió incluir en el estudio aquellos Departamentos cuya sede esté establecida en la E.T.S.I. de Montes, según se muestra en la memoria económica del año 2009 (U.P.M., 2010). Los Departamentos y Unidades Docentes que forman parte del estudio aparecen en la Tabla 3.20. Conviene aclarar que la HC y la HE así calculada resultará infradimensionada. Sin embargo este error debe ser asumido puesto que cada Departamento tiene un perfil de gasto distinto y sin relación alguna, hecho que impide extrapolar cualquier tipo de resultado.

Departamento de Silvopascicultura	
U.D. Edafología	U.D. Selvicultura
U.D. Botánica	U.D. Anatomía
U.D. Pascicultura	U.D. Patología
Departamento de Ingeniería Forestal	
U.D. Celulosas	U.D. Zoología
U.D. Electrotecnia	U.D. Acuicultura
U.D. Maderas	U.D. Hidráulica
U.D. Motores	U.D. Operaciones básicas
Departamento de Economía y Gestión Forestal	
U.D. Dasometría Ordenación y Valoración Forestal	U.D. Defensa y Aprovechamientos
U.D. Estadística	U.D. Empresas
	U.D. Economía
Departamento de Matemáticas aplicadas a los Recursos Naturales	
U.D. Matemáticas	
Departamento de Lingüística aplicada a la ciencia y a la Tecnología	
U.D. Inglés	
Departamento de Proyectos y Planificación Rural	
U.D. Proyectos	U.D. Dibujo y Sistemas de Representación

Tabla 3.20 Relación de Departamentos y Unidades Docentes incluidas en el estudio



3.3.4. Límites socioeconómicos

Desde el punto de vista poblacional se ha considerado que todas las categorías de población de la Escuela presentan igual responsabilidad en la huella de la E.T.S.I. de Montes. Esto es así puesto que resulta difícil discernir el límite de aportación en la huella de cada categoría poblacional.

Un problema que surgió es la diferencia de población estudiantil registrada en los dos periodos del año 2010, correspondientes a los cursos 2009/2010 y 2010/2011. En este sentido se ha decidido adoptar una población estudiantil promedio de ambas, ponderada con los meses lectivos de cada uno de los periodos, suponiendo 10 meses lectivos al año, de los cuales 6 meses corresponden al curso 2009/2010 y 4 meses corresponden al curso 2010/2011, según refleja la Ecuación 3.4:

$$(1.104 \times 0,6) + (1.238 \times 0,4) = 1.157,6 \cong 1.158 \text{ personas}$$

Ecuación 3.4 Media ponderada de la población estudiantil

La población correspondiente a docentes y PAS no varió en el período de estudio, por tanto, la población respecto a la que se han expresado los resultados resulta ser de 1.393 personas, repartidas en las proporciones mostradas en la Tabla 3.21:

CATEGORÍA	POBLACIÓN	%
Estudiantes	1.158	83,13
Docentes	137	9,83
P.A.S.	98	7,04
TOTAL	1.393 personas	

Tabla 3.21 Composición de la población de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes incluida en el estudio

Los gastos que se han considerado para realizar el estudio son aquellos que se afrontan con el presupuesto general asignado por la U.P.M. Por tanto no se han tenido en cuenta gastos correspondientes a otras fuentes de financiación alternativas como puedan ser proyectos de investigación o de innovación con dotación económica. La estructura contable que se ha empleado es la que aparece reflejada en la descripción del medio socioeconómico, propia del conjunto de la U.P.M. y en la que se engloba la partida destinada a cubrir gastos generales tanto de la Escuela como de los Departamentos.



3.4. INVENTARIOS

3.4.1. Diseño del inventario

Para poder calcular la HC y la HE de la E.T.S.I. de Montes ha sido necesario estimar datos correspondientes a tres áreas temáticas:

- **Inventario de consumo de la E.T.S.I. de Montes y Departamentos:** estos datos se han obtenido a partir de la información contable proporcionada por la Secretaría de Asuntos Económicos de la E.T.S.I. de Montes y las Secretarías de Departamento. Esta información supone un resumen de la actividad económica del conjunto de la E.T.S.I. de Montes y por tanto sirve como base para identificar un patrón de consumo al que imputar un impacto medido en términos de HE y HC.
- **Inventario de usos de suelo de la E.T.S.I. de Montes:** es necesario conocer los usos de suelo del objeto en estudio para atribuirle su correspondiente huella o contrahuella asociada a estos. La descripción de usos de suelo se ha elaborado en base a un mapa de la E.T.S.I. de Montes en formato “.dwg”, generado en AutoCad y proporcionado por la Unidad Docente de Proyectos.
- **Inventario de residuos en la E.T.S.I. de Montes:** el registro de los residuos peligrosos asociados a la actividad de los laboratorios correspondientes a los Departamentos se ha estimado a partir de los datos proporcionados por la Unidad Docente de Operaciones Básicas. Los datos de residuos urbanos generados en la E.T.S.I. de Montes se ha establecido en base a un muestreo directo llevado a cabo en colaboración con el personal de limpieza de la Escuela.

Conviene destacar que la huella generada por los usos de suelo y la generación de residuos urbanos ha sido atribuida a la Escuela, mientras que la huella asociada a la generación de residuos peligrosos ha sido atribuida a los Departamentos. De esta manera, la HC y HE del conjunto de la E.T.S.I. de Montes se expresa como suma de las correspondientes huellas asociadas a la actividad general de la Escuela y de los Departamentos, como se explica en la Figura 3.12:

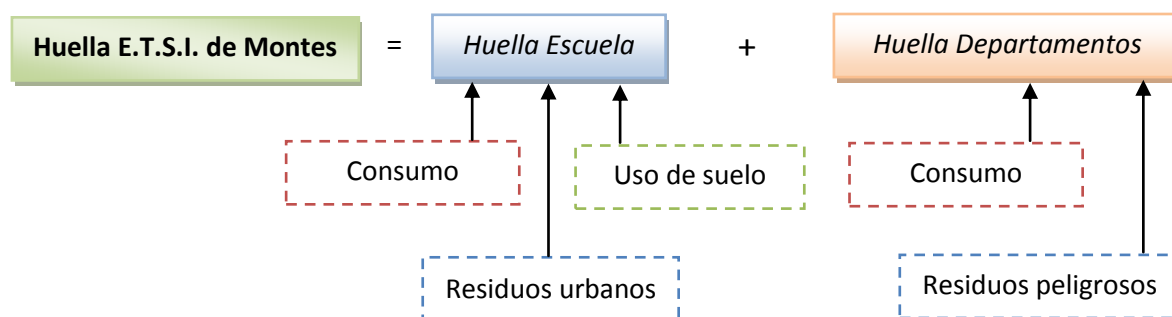


Figura 3.12 Composición de la huella de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes



3.4.2. Inventario de consumos

Como se ha explicado en el epígrafe 3.1.4. correspondiente a la descripción del medio socioeconómico, la información económica en el seno de la U.P.M. aparece estructurada jerárquicamente según un patrón de contabilidad organizado en cuatro niveles: capítulos, artículos, conceptos y subconceptos. Tras una revisión preliminar de los informes económicos que resumen los gastos realizados por la Escuela, se comprobó que en algunos casos era necesario desagregar aún más la información, añadiendo un nivel adicional en esta estructura contable, ya que dentro de la misma clave económica se recogen consumos de naturaleza diversa, con intensidades energéticas muy distintas, que pueden contribuir a la asunción de errores evitables en el cálculo de la huella dado el nivel de detalle que se pretende ofrecer en este estudio. Este nuevo nivel adicional se ha denominado “unidad de material”.

El proceso de revisión de la facturación consistió, en primer lugar, en disgregar cada una de las unidades de compra contenidas dentro de cada una de las facturas, para después registrar datos relativos a las mismas. Cada factura se imputa a un concepto contable único, sin embargo la naturaleza de las compras incluidas en la misma factura puede ser distinta. Por ejemplo, en una factura correspondiente a material de oficina puede incluirse papel, bolígrafos, elementos metálicos tales como clips o chinchetas, compuestos químicos como pegamentos o correctores, etc. Cada uno de estos elementos tendrá un peso económico distinto en la factura, siendo además su naturaleza diferente (y por consiguiente su intensidad energética). Por tanto, su carga energética resultará ser distinta. Así pues, resulta necesario desglosar cada factura en las distintas unidades de compra. La información recogida de cada unidad de compra ha sido la siguiente:

- **Concepto:** consiste en una breve descripción del objeto de compra.
- **Cantidad:** registro de las unidades adquiridas en la factura.
- **Unidades:** unidad en que se ha contabilizado la adquisición. Si fueran magnitudes físicas hay que detallarlas.
- **Importe sin I.V.A.:** cuantía económica de cada unidad de compra dentro de la factura sin incluir el I.V.A.
- **Porcentaje de I.V.A.:** durante el año 2010 se cambió el tipo impositivo, por lo tanto fue necesario registrar el tipo impositivo aplicado.
- **Fecha:** datación de la factura.
- **Clave económica:** responde al concepto contable al que fue imputada la factura a la que corresponde la unidad de compra por la secretaría.

Una vez revisada la facturación e identificadas todas las unidades de compra se reorganizaron en función del concepto contable al que habían sido imputados por la secretaría. Posteriormente se analizaron todas las unidades de compra correspondientes a cada concepto contable y se estableció el nivel contable de “unidad de material” en aquellos conceptos



contables en los que fue necesario desagregar la información, reimputando según este nuevo nivel cada unidad de compra.

Esta clasificación de los conceptos contables modificada ha permitido establecer una correspondencia más precisa con las categorías de consumo establecidas en la matriz de consumos-superficies propuesta para el cálculo de la HC y la HE. La implementación de la correspondencia en una hoja de cálculo Excel ha permitido la automatización de los cálculos de HC y HE, empleando como datos de entrada la cuantía económica invertida en cada concepto contable y ofreciendo como datos de salida las huellas correspondientes a dichas categorías contables. Esta mecanización del proceso permite calcular por separado la huella asociada a cada categoría contable, permitiéndose así identificar el patrón de emisiones de CO₂ y de consumo de SBP vinculado al gasto en cada categoría contable. Gracias a esta modificación se han podido identificar cuáles son los conceptos contables sobre los que recae mayor cantidad de huella, lo que permitirá establecer políticas de reducción de huella basadas en la revisión de los gastos en cada categoría contable. La estructura modificada de la clasificación contable junto a las correspondencias con las categorías de consumo se muestra en la Tabla 1 del anexo 2. El resultado del inventario de consumos se muestra en el Capítulo 4 correspondiente a resultados.

3.4.3. Inventario de usos de suelo

Dado el plano de la E.T.S.I. de Montes, se han reconocido dos usos de suelo principales: cubierta vegetal y superficie biológicamente improductiva. En la Figura 3.13 puede verse el plano de la E.T.S.I. de Montes, en el cual aparecen representados construcciones (en rojo, azul y rosa), viales (en verde) y caminos (en negro) presentes en la Escuela, como los principales elementos del plano.

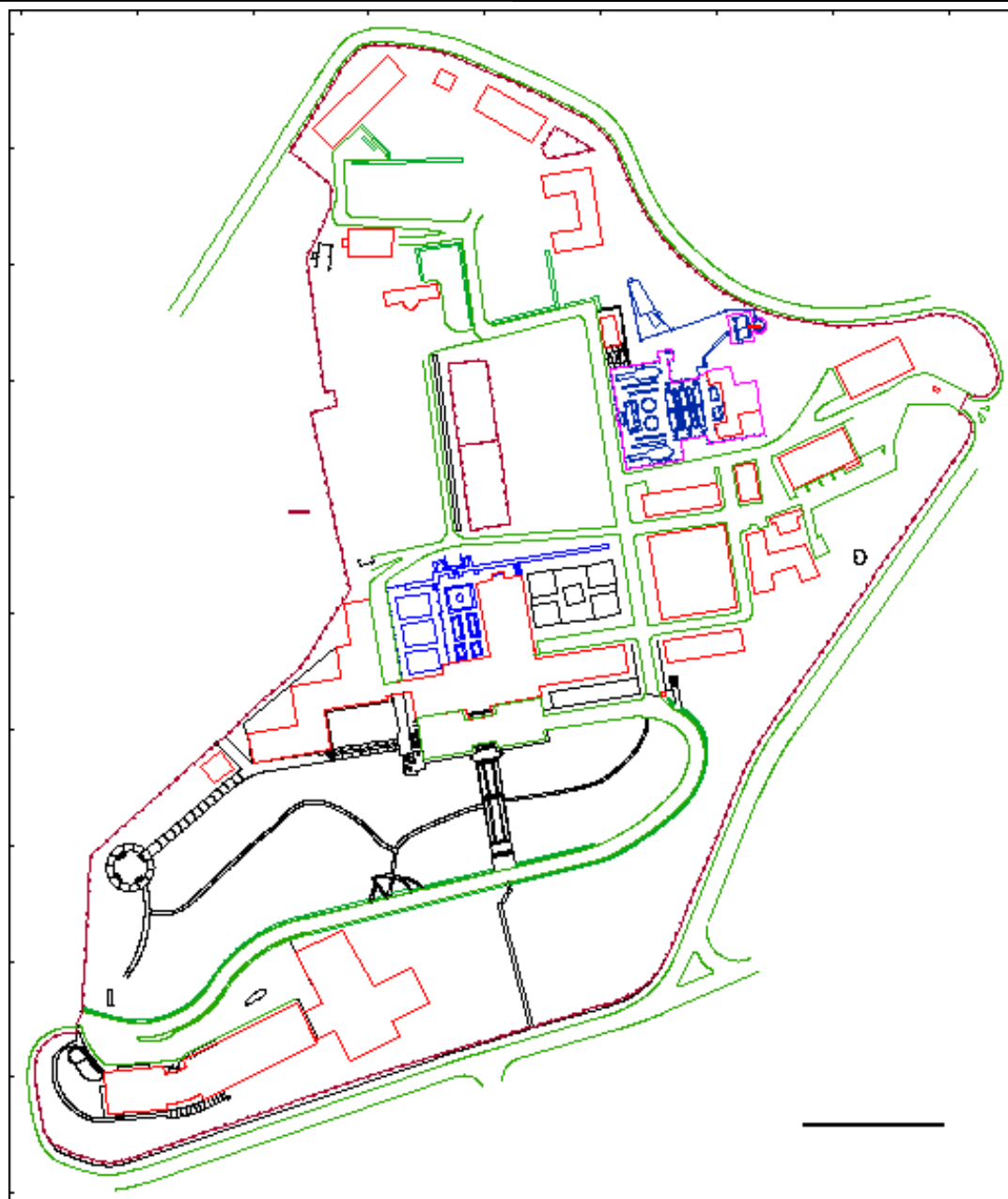


Figura 3.13 Plano de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Fuente: Unidad Docente de Proyectos

A continuación se detalla el cálculo de la superficie correspondiente a cada una de las categorías de usos de suelo establecidas.

a) Cubierta vegetal

A esta categoría corresponde la superficie cuya vocación principal es albergar vegetación. En el plano empleado como base, no aparece reflejado este elemento de forma explícita, por tanto ha sido necesario recurrir al análisis de la imagen satélite de la E.T.S.I. de Montes proporcionada por el programa “Google Earth” para poder delimitar las regiones en los cuales se concentra la cubierta vegetal.

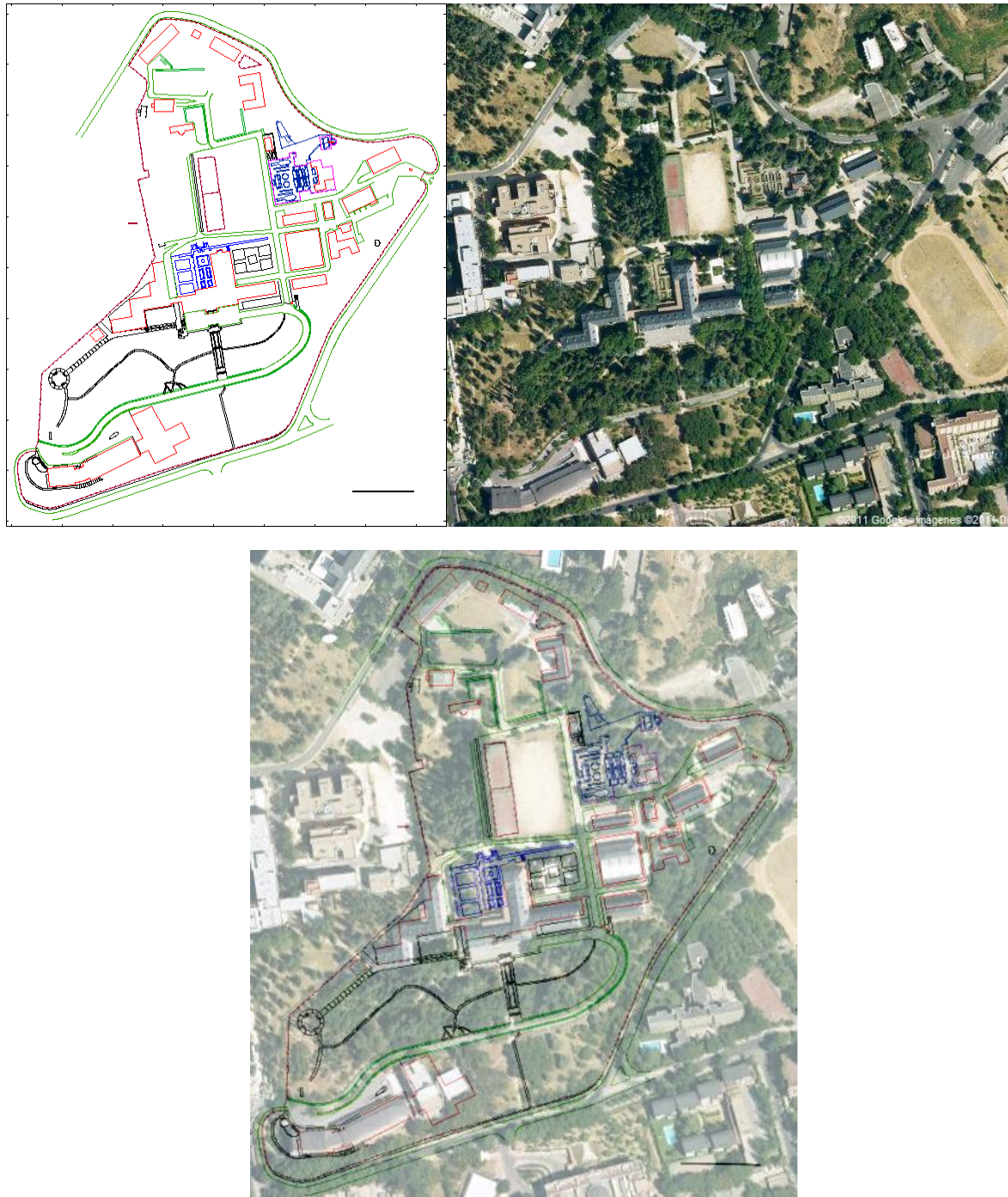


Figura 3.14 Composición del plano de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes con su ortofoto correspondiente



Tras el estudio de la composición del plano y la imagen satélite (Figura 3.14) se han delimitado nueve sectores en los cuales se ha identificado la cubierta vegetal como principal uso de suelo y cuyos límites están establecidos por elementos principales del plano. A continuación se ha generado nueva cartografía en virtud a esta sectorización para poder proceder al cálculo de la superficie correspondiente a cubierta vegetal.

Como simplificación se ha considerado atribuir toda la cubierta vegetal a la misma categoría de consumo establecida en la matriz de consumos-superficies, en este caso “zonas arboladas”, ya que según muestra la ortofoto, la cubierta arbórea resulta predominante en todos los sectores. De igual manera toda la superficie improductiva se ha atribuido a la categoría de consumo correspondiente a zona construida, asfaltada, erosionada etc. En el Capítulo 4 se muestra el resultado de la sectorización realizada y su proceso de análisis.

b) Superficie biológicamente improductiva

Este epígrafe contiene la superficie destinada a construcciones, caminos, viales y otros terrenos improductivos (en términos biológicos), cuya capacidad para albergar estructuras biológicas resulta despreciable en comparación con el resto de tipologías de superficie. Como se ve en la Ecuación 3.5, esta superficie se ha calculado como diferencia entre el área correspondiente al recinto de la E.T.S.I. de Montes y la superficie considerada productiva y que está compuesta por aquella que corresponde al uso de suelo con vocación de cubierta vegetal:

$$\text{Superficie improductiva (ha)} = \text{Recinto total (ha)} - \text{Sup. vegetal (ha)}$$

Ecuación 3.5 Detalle del cálculo de la superficie improductiva

3.4.4. Inventario de residuos

La actividad normal que tiene lugar en la E.T.S.I. de Montes lleva asociada la generación de residuos. El tratamiento de estos residuos arrastra una huella que se puede estimar, previo conocimiento de la cantidad total de residuos generados. La metodología MC3 propone una división principal de los residuos entre “peligrosos” y “no peligrosos”. En este caso, dentro de los residuos peligrosos se han computado los residuos de productos químicos que aparecen como resultado de la actividad de los laboratorios y cuya huella se incorpora dentro de la correspondiente a los Departamentos. Por otro lado, los residuos no peligrosos están constituidos por los residuos urbanos generados en la Escuela por la actividad normal de su población y que por tanto computarán dentro de la huella correspondiente a la Escuela. A continuación se detalla el inventario de residuos peligrosos y no peligrosos planteado.



a) Inventarios de residuos no peligrosos

El inventario planteado se basa en la estimación de los residuos urbanos generados en la Escuela a lo largo del año 2010. Para ello se ha realizado un muestreo de los residuos recogidos por el servicio de limpieza durante cuatro días lectivos fuera de períodos de exámenes. No se han incluido los residuos generados por la actividad de la cafetería por considerar que la huella asociada a esta fracción de residuos corresponde a la huella personal de los usuarios de la misma. El objetivo concreto del muestreo fue conocer la cantidad de cada tipología de residuo que es recogida por trabajador, en una jornada de trabajo normal. Para determinar la cantidad de residuos recogidos a lo largo del año se extendieron los resultados obtenidos en el muestreo a los 12,5 jornales que se emplean al día en la Escuela en tareas de limpieza y a los 210 días lectivos que se estimaron para el año 2010.

Este planteamiento supone asumir que la cantidad de residuos generada a lo largo del año es constante y está relacionada con el número de trabajadores de limpieza en plantilla, lo que no es cierto. En realidad es de suponer que esté relacionada, entre otras variables, con el número de personas que están presentes en la Escuela cada día. Sin embargo, la escasa relevancia que previsiblemente supone la generación de residuos en el contexto de la huella de la Escuela no justifica el esfuerzo y complicación que supondría un muestreo más exhaustivo, que pudiera considerar, entre otros factores, diferencias entre períodos de exámenes y periodos lectivos. Por tanto se ha optado por plantear una estimación aproximada que facilite la obtención de datos a cerca de generación de residuos, imprimiendo un elevado grado de practicidad y sencillez, en coherencia con el objetivo de buscar una herramienta de cálculo de HC y HE que resulte sencilla de aplicar y posibilite la implantación de una contabilidad ambiental. Si bien, la mejora en los cálculos relativos a este apartado podrían ser asumibles en futuros trabajos de esta índole, en favor de una ganancia en la precisión de los resultados obtenidos.

En primer lugar se establecieron cuatro días para llevar a cabo la medición y muestreo de los residuos recogidos por el personal de limpieza. A continuación se establecieron tres categorías de residuos en base a una observación preliminar de los mismos. Las tres categorías observadas fueron, por un lado, papel y cartón, por otro, envases ligeros y, finalmente, residuos urbanos y asimilables. Cada uno de los días que duró el muestreo se determinó la totalidad de residuos recogidos en bolsas por dicho personal, valorando el peso con ayuda de una balanza electrónica. Para estimar el peso de cada bolsa se hicieron tres pesadas de cada una, tomando como dato el promedio de las tres. La estimación del tipo de residuo contenido en cada bolsa se realizó mediante una valoración visual, asumiendo que cada bolsa contenía un solo tipo de residuo.

El principal problema del muestreo fue la imposibilidad de muestrear la totalidad de residuos recogidos, ya que el personal de limpieza tiene varios turnos de recogida y no fue posible contactar con todo el personal todos los días. Por tanto, el número de trabajadores del personal de limpieza registrados cada día ha sido otra variable que se ha tenido en cuenta.



De esta manera, la denominación de cada categoría de residuo es la siguiente:

- (a) papel y cartón
- (b) envases ligeros
- (c) residuos urbano y asimilables

Para estimar el peso de cada bolsa se llevaron a cabo tres pesadas, calculando posteriormente el promedio de las tres, tal como se muestra en la Ecuación 3.6:

$$P_i(a, b, c) = \frac{P_i 1 + P_i 2 + P_i 3}{3}$$

Ecuación 3.6 Detalle del cálculo del peso de cada bolsa de residuo

Siendo:

- **$P_i(a, b, c)$** : peso de la bolsa “i” que contiene la categoría de residuo “a”, “b” o “c”
- **$P_i 1, P_i 2, P_i 3$** : cada una de las tres pesadas realizadas por bolsa de residuos recogida

Obtenidos los datos del muestreo, el cálculo del inventario de residuos generados se realizó según el siguiente planteamiento. En primer lugar se calculó el peso total de cada tipo de residuo sumando el peso de las bolsas según categorías de residuos, como se muestra en la Ecuación 3.7:

$$P(a, b, c) \text{ total} = \sum_1^n P_i(a, b, c)$$

Ecuación 3.7 Detalle del cálculo del peso total registrado de cada categoría de residuo

Siendo:

- **$P(a, b, c) \text{ total}$** : cantidad de residuo “a”, “b” o “c” registrado a lo largo de los cuatro días de muestreo.
- **$P_i(a, b, c)$** : peso de la bolsa “i” que contiene la categoría de residuo “a”, “b” o “c”.
- **n**: número de bolsas de cada categoría de residuo.

A continuación se determinaron el número de jornales correspondientes al personal de limpieza registrados en los cuatro días de muestreo, tal como muestra la Ecuación 3.8:

$$\text{Nº de jornales registrados} = \sum_1^n P_{Li}$$

Ecuación 3.8 Detalle del cálculo del número de jornales registrados

Siendo:

- **P_{Li}** : número de jornales registrados cada uno de los días de muestreo.
- **n**: número de días que duró el muestreo. En este caso 4.



Con los datos anteriores se calculó la cantidad de cada categoría de residuo recogida como promedio por jornal, para lo que se empleó la fórmula mostrada en la Ecuación 3.9:

$$P(A, B, C) = \frac{P(a, b, c) \text{ total}}{\text{Nº de jornales registrados}}$$

Ecuación 3.9 Detalle del cálculo de la cantidad de residuo recogido por jornal según categorías de residuo

Siendo:

- **P(A, B, C)**: cantidad de residuo del tipo “a”, “b” o “c” recogida por jornal.
- **P (a, b, c) total**: cantidad de residuo “a”, “b” o “c” registrado a lo largo de los cuatro días de muestreo.

Finalmente, se calculó la cantidad total de cada categoría de residuo generada en la Escuela sabiendo que el número de jornales correspondientes a personal de limpieza que trabajan cada día en la Escuela es de 12,5 y que en el año 2010 hubo un total de 210 días lectivos. La Ecuación 3.10 muestra la fórmula empleada.

$$P(A, B, C) \text{ total} = P(A, B, C) * 12,5 \left(\frac{\text{jornales}}{\text{día}} \right) * 210 \text{ días lectivos}$$

Ecuación 3.10 Detalle del cálculo de la cantidad de residuo recogido al año por categorías de residuo

Siendo:

- **P (A, B, C) total**: cantidad de residuo “a”, “b” o “c” recogida al año
- **P(A, B, C)**: cantidad de residuo del tipo “a”, “b” o “c” recogida por jornal.

Los resultados del muestreo y del inventario realizado se detallan en el Capítulo 4.

b) Inventario de residuos peligrosos

El inventario de residuos peligrosos se ha realizado basándose en los datos de recogida selectiva de residuos en la E.T.S.I. de Montes proporcionados por Doña María Paz Andrés, (Unidad Docente de Operaciones Básicas) encargada de la gestión de la recogida de los mismos.

A lo largo del año 2010 se han realizado cuatro recogidas de los residuos generados en los distintos laboratorios de la Escuela. En la Tabla 3.22 aparecen detallados los residuos recogidos en el conjunto de las cuatro operaciones de recogidas. Para poder introducir los datos de residuos en la matriz de consumos superficies, debe existir una correspondencia entre los productos residuales y las categorías de residuos peligrosos establecidas en la matriz. Además, en el caso de ser residuos líquidos debe conocerse la densidad para poder transformar las unidades de volumen a peso. Suponiendo una densidad promedio de 0,9



3. MATERIALES Y MÉTODOS

kg/litro y a falta de mayor precisión, la correspondencia se detalla en el Capítulo 4, junto con el inventario de residuos peligrosos según categorías de consumo establecidas por la matriz de consumos superficies.

RESIDUO	CANTIDAD
Solución ácida	85 litros
Solución básica	25 litros
Solución ácida /básica	350 litros
CCl ₄	1 litro
HgSO ₄	250 gramos
Disolución orgánica no halogenada	50,5 litros
Solución de metales pesados	75 litros
Geles de acrilamidas	40 litros
Disolución tampón con bromuro de etidio	33 litros
Acetato de etilo	20 litros
Etanol	25 litros

Tabla 3.22 Inventario de los residuos de los laboratorios de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Fuente: Unidad Docente de Operaciones Básicas



3.5. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y LA HUELLA ECOLÓGICA

Para el cálculo de la HC y la HE de la E.T.S.I. de Montes se ha elaborado un libro Excel basado en el propuesto por Doménech (2010). En este caso se han realizado una serie de modificaciones con el objetivo de adecuar la herramienta al contexto socioeconómico de la U.P.M. y en concreto de la citada Escuela, que en ningún caso modifican la esencia del cálculo propuesta por el método. De esta manera los resultados obtenidos podrían ser perfectamente comparables con los datos obtenidos en estudios que se ciñeran estrictamente a la propuesta metodológica de Doménech (2010) realizados en otros centros de características similares al que resulta objeto de estudio en este proyecto.

La modificación más importante propuesta en este trabajo ha sido sustituir el procedimiento de entrada de datos en la herramienta Excel por otro, adaptado a la estructura contable de U.P.M. La versión original propone introducir los datos de consumo directamente en la matriz de consumos-superficies. En la versión modificada los datos de entrada están constituidos por las cuantías invertidas en cada uno de los elementos de la estructura contable. Previamente ha sido necesario establecer una correspondencia entre los elementos contables y las categorías de consumo de la matriz de consumos-superficies (ver Tabla 3 de anexo 2). Esta modificación permite adaptar la herramienta de cálculo al contexto económico de la Escuela facilitando la integración de una contabilidad ambiental basada en el carbono.

Por otro lado, se han revisado y reasignado los valores de intensidad energética de cada categoría de consumo, así como los valores correspondientes a la matriz de capítulos arancelarios, con el objetivo de buscar un mayor grado de precisión y ajuste en los resultados.

En tercer lugar se ha simplificado la matriz de consumos-superficies, eliminando epígrafes y subepígrafes innecesarios, desagregando en elementos simples las categorías de consumo propuestas y reduciendo su número para adecuar la matriz al patrón de consumo de la Escuela. A continuación se detalla la estructura de la matriz de consumos superficies modificada.

En el capítulo1 correspondiente a “emisiones directas” se ha reducido el número de categorías de consumo según los tipos de combustibles empleados en la Escuela. De esta manera, el contenido del capítulo se detalla en la Tabla 3.23

COMBUSTIBLES
Gas natural
Gasoil A
Gasoil C
Gasolina 95
Gasolina 98

Tabla 3.23 Categorías de consumo correspondientes al capítulo de “Emisiones directas”



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El capítulo 2 correspondiente a emisiones indirectas por consumo eléctrico se ha dejado intacto. Sin embargo, el capítulo 3 correspondiente a otras emisiones indirectas es el que más modificaciones ha experimentado. En el epígrafe 1 correspondiente a materiales no orgánicos se ha reducido a dos el número de subepígrafes. También se ha reducido el número de categorías de consumo a un total de veinticuatro. La nueva estructura del epígrafe se muestra en la Tabla 3.24.

MATERIALES NO ORGÁNICOS	
Materiales comunes	Obras
Aluminio Aparatos de medición Aparatos eléctricos y electrónicos Artículos de oficina y papelería de metales comunes Bolígrafos, lápices y plumas Derivados del vidrio Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas Maquinaria industrial Pilas y acumuladores Productos básicos del aluminio y derivados Productos básicos del cobre o níquel Productos básicos del hierro o del acero Productos derivados del plástico Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc. Textil sintético confeccionado Tintas de impresión	Energía Ciclo de vida (energía) Cemento Productos siderúrgicos Ligantes bituminosos Ladrillos y refractarios Madera Cobre

Tabla 3.24 Estructura del epígrafe correspondiente a “Materiales no orgánicos”



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El epígrafe correspondiente a servicios se simplifica eliminando los subepígrafes originales. De esta manera las categorías de consumo propuestas se reducen a doce, tal y como se muestra en la Tabla 3.25.

SERVICIOS
Hotel
Restaurante
Servicios de correo, paquetería y transporte
Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares
Servicios de oficina
Servicios de oficina de alto valor añadido
Servicios de teléfono
Transporte en avión
Transporte en coche
Transporte en tren
Servicio de transporte de mercancías
Servicio de transporte en autobús

Tabla 3.25 Estructura del epígrafe correspondiente a “Servicios”

El tercer epígrafe correspondiente a recursos agrícolas y pesqueros se simplifica eliminando todos sus epígrafes y reduciendo las categorías de consumo a tan solo dos, como se muestra en la Tabla 3.26:

RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS
Plantas vivas y productos de la floricultura
Textil natural confeccionado algodón

Tabla 3.26 Estructura del epígrafe correspondiente a “Recursos agrícolas y pesqueros”

El cuarto epígrafe correspondiente a recursos forestales también se simplifica, reduciendo el número de categorías de consumo a cuatro, como muestra la Tabla 3.27:

RECURSOS FORESTALES
Madera cortada, aserrada, cepillada
Mobiliario de madera
Papel, cartón y sus manufacturas
Productos editoriales

Tabla 3.27 Estructura del epígrafe correspondiente a “Recursos forestales”



3. MATERIALES Y MÉTODOS

El epígrafe quinto correspondiente a recursos hídricos se reduce a una única categoría de consumo como muestra la Tabla 3.28, ya que no se disponen datos del volumen de agua dedicado específicamente a riego.

RECURSOS HÍDRICOS
Agua

Tabla 3.28 Estructura del epígrafe correspondiente a “Recursos hídricos”

En el sexto epígrafe correspondiente a usos de suelo desaparecen los subepígrafes y solo se tiene en cuenta los usos de suelo sobre tierra firme, como muestra la Tabla 3.29. Por tanto las categorías de consumo se reducen a cinco.

USOS DE SUELO
Cultivos Pastos y jardines Arbolado Construido, asfaltado, erosionado. Acuicultura

Tabla 3.29 Estructura del epígrafe correspondiente a “Usos de suelo”

Por último, el séptimo epígrafe correspondiente a residuos y vertidos se reduce a dos subepígrafes, “vertidos no peligrosos” y “vertidos peligrosos”, omitiendo los subepígrafes que hacen referencias a vertidos efluentes y otros GEI, ya que el cálculo de estos aún no está suficientemente desarrollado en el método. En la Tabla 3.30 se muestra el resultado de la simplificación de este epígrafe.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

RESIDUOS Y VERTIDOS	
Residuos no peligrosos	Residuos peligrosos
Residuos urbanos y asimilables (vertedero)	Aceites usados
Residuos urbanos y asimilables (incineración)	Emulsiones agua/aceite
Orgánicos (alimentos)	Ácidos alcalinos o salinos
Papel y cartón	Sanitarios y MER
Envases ligeros (plástico, latas, brik)	Filtros de aceite
Vidrio	Absorbentes usados
Residuos de construcción y demolición	Pinturas, barnices, alquitranes, químicos
	Pilas
	Disolventes
	Taladras
	Baterías
	RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)
	Envases contaminados (incluye metálicos)

Tabla 3.30 Estructura del epígrafe correspondiente a “Residuos y vertidos”





4. RESULTADOS

4.1. INVENTARIOS

4.1.1. Inventario económico

Tras el proceso de inventario y análisis de la facturación anual, los datos económicos registrados que servirán como información para estimar las huellas asociadas a los consumos realizados por la Escuela y los Departamentos se resumen, por artículos, en las Tablas 4.1 y 4.2 respectivamente. El resultado detallado del inventario económico por conceptos, subconceptos y unidades de material aparece en las Tablas 1 y 2 del anexo 3.

Artículo	Denominación	Cuantía
21	Reparaciones, mantenimiento y conservación	64.077,10 €
22	Material, suministros y otros	420.030,25 €
23	Indemnizaciones por razón de servicio	7.949,62 €
62	Inversión nueva asociada al funcionamiento operativo de los servicios	87.969,97 €
63	Inversión de reposición asociada al funcionamiento operativo de los servicios	103.134,57 €
Total		683.161,49 €

Tabla 4.1 Inventario correspondiente a los gastos generales de la Escuela

Artículo	Denominación	Cuantía
21	Reparaciones, mantenimiento y conservación	4.328,57 €
22	Material, suministros y otros	49.239,40 €
23	Indemnizaciones por razón de servicio	256,33 €
62	Inversión nueva asociada al funcionamiento operativo de los servicios	30.580,79 €
63	Inversión de reposición asociada al funcionamiento operativo de los servicios	0,00 €
Total		84.405,10 €

Tabla 4.2 Inventario correspondiente a los gastos generales de los Departamentos

4.1.2. Inventario de usos de suelo

Cubierta vegetal

En la Figura 4.1 se observa en color azul la sectorización realizada de la superficie cubierta por vegetación, cuyo análisis permitirá estimar la superficie ocupada por esta:

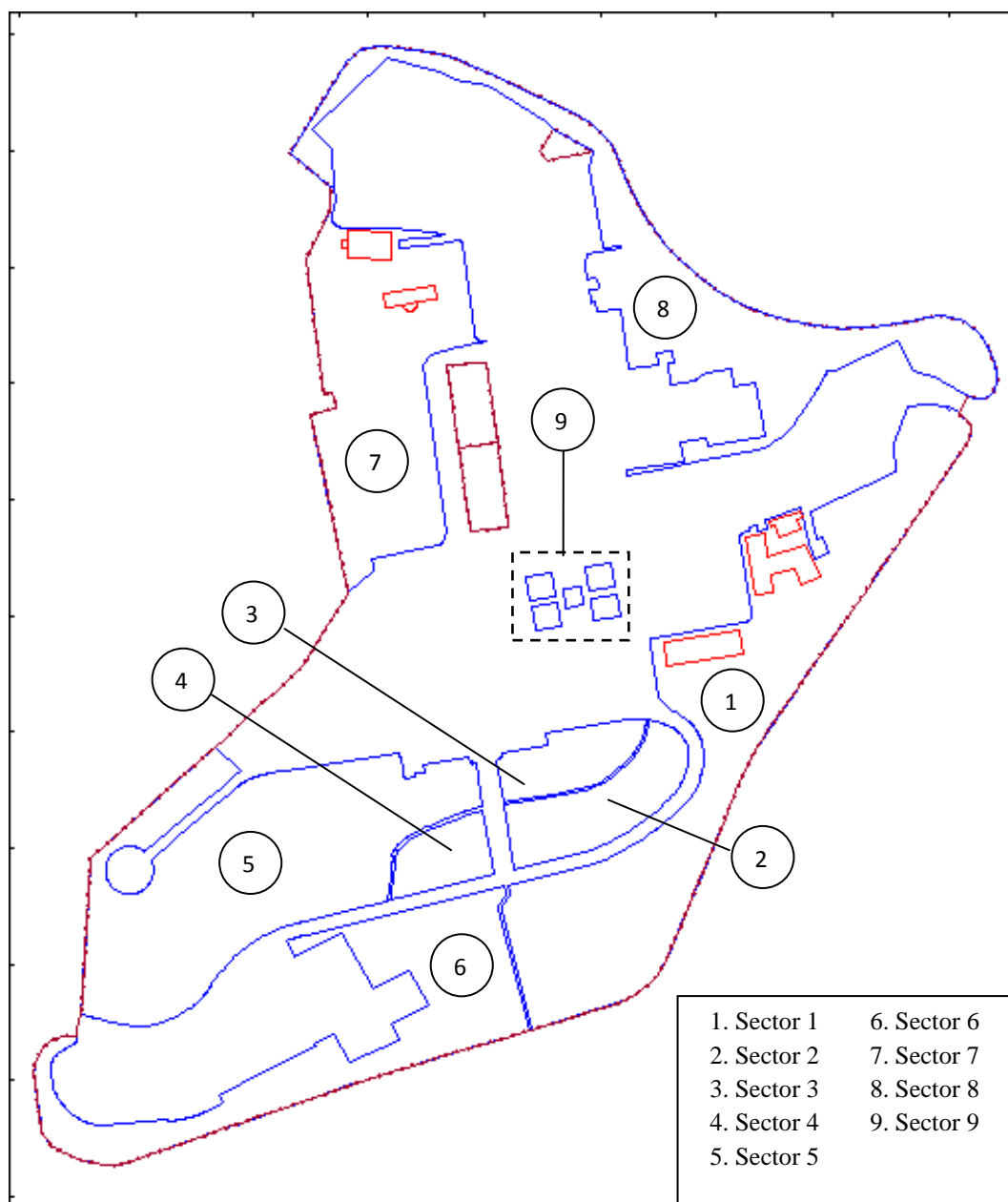
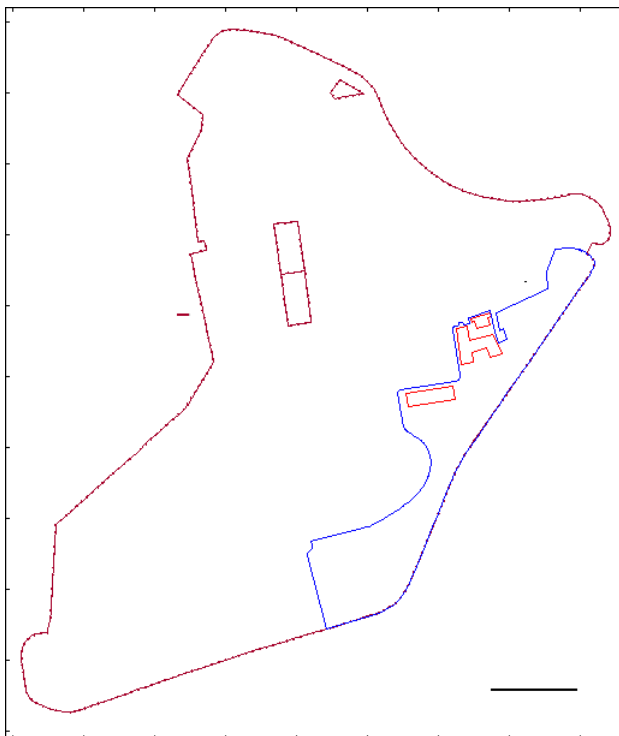


Figura 4.1 Plano de la zonificación del recinto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes para el análisis de la superficie vegetal



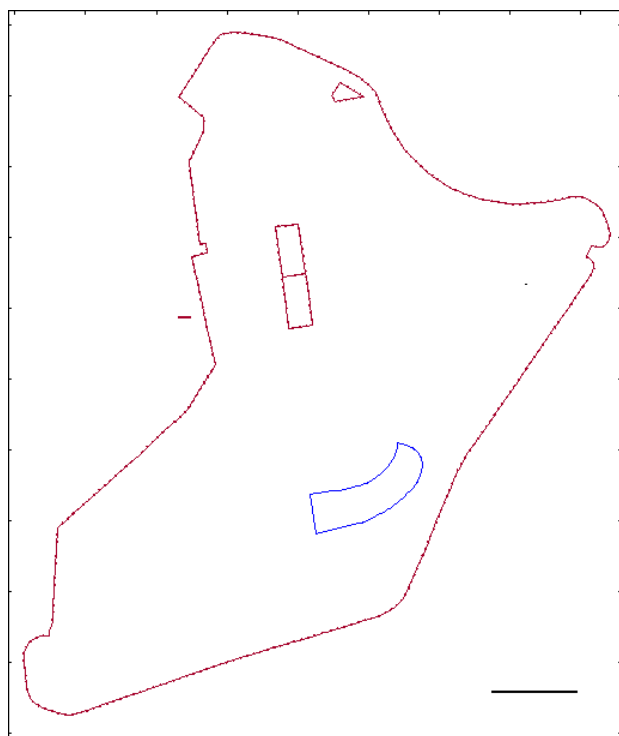
A continuación se procede al análisis superficial de cada sector:

Sector 1



- Sup. total del sector: 1,2453 ha
- Sup. improductiva total: 0,0836 ha
 - Construcciones: 0,0836 ha
 - Caminos: 0 ha
- Superficie vegetal: 1,1617 ha
- Comentarios: este sector está constituido por la zona del arboreto que discurre desde el acceso este hasta el acceso sur y limitada por el vial que comunica la Escuela de Ingenieros de Montes con la Escuela de Técnicos Forestales. En este sector están ubicadas tres construcciones.

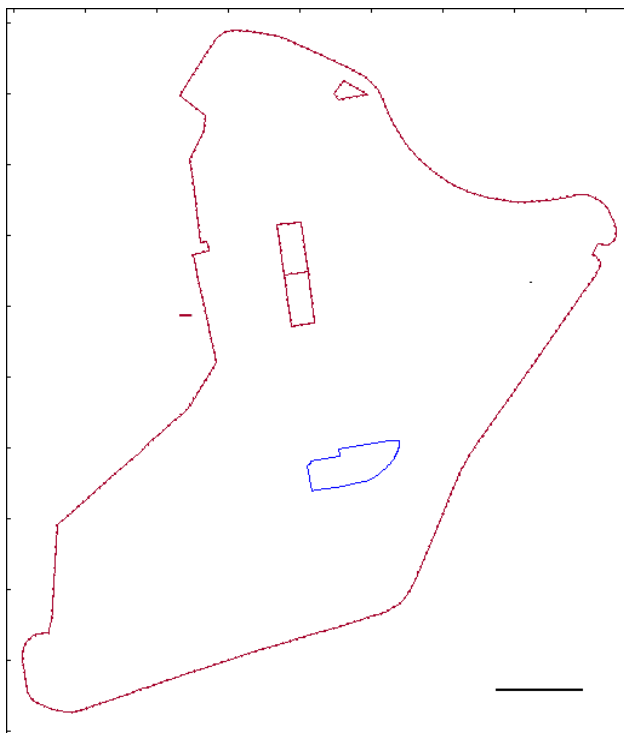
Sector 2



- Sup. total del sector: 0,2204 ha
- Sup. improductiva total: 0 ha
 - Construcciones: 0 ha
 - Caminos: 0 ha
- Superficie vegetal: 0,2204 ha
- Comentarios: este sector está ubicado en la zona sur del arboreto, y constituido por la parcela limitada al sur y al este por el vial que comunica las Escuelas de Montes y Forestales, al norte por una senda interior del arboreto y al oeste con el camino que sirve de acceso principal a la Escuela de Montes.

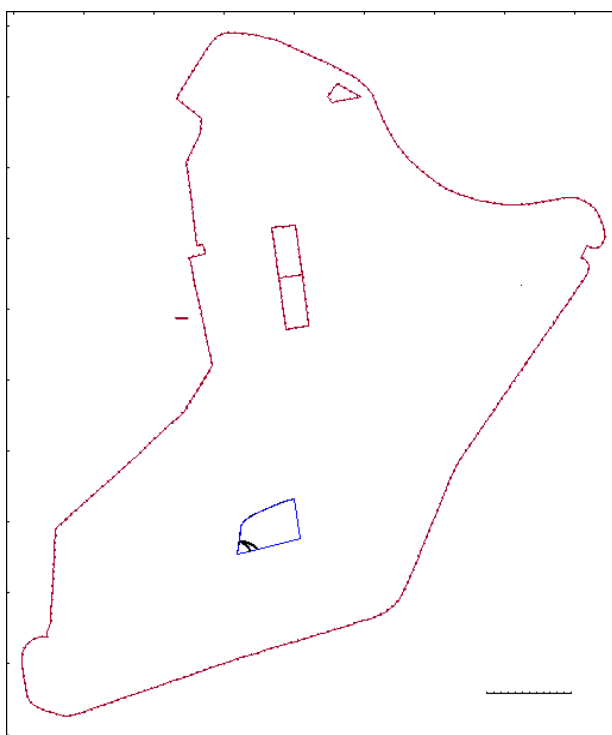


Sector 3



- Sup. total del sector: 0,1383 ha
- Sup. improductiva total: 0 ha
 - Construcciones: 0 ha
 - Caminos: 0 ha
- Superficie vegetal: 0,1383 ha
- Comentarios: este sector está constituido por otra parcela contenida en la zona sur del arboreto y que está limitada al norte por la fachada principal de la Escuela de Ingenieros de Montes, al sur por la senda interna del arboreto, al este por el vial que comunica las Escuelas de Montes y Forestales y al oeste por el camino que sirve de acceso principal a la Escuela de Montes.

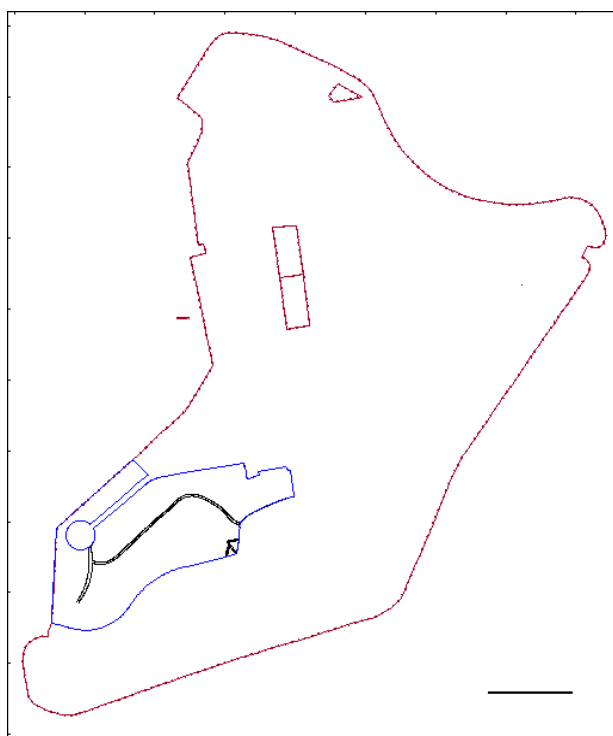
Sector 4



- Sup. total del sector: 0,1075 ha
- Sup. improductiva total: 0,0034 ha
 - Construcciones: 0 ha
 - Caminos: 0,0034 ha
- Superficie vegetal: 0,1041 ha
- Comentarios: este sector está formado por una tercera parcela situada en la zona sur del arboreto. Está limitada al norte y al oeste por una senda interna del arboreto, al sur por el vial que comunica las Escuelas de Montes y Forestales, y al oeste por el camino que sirve de acceso principal a la Escuela. Está recorrida por una serie de sendas.

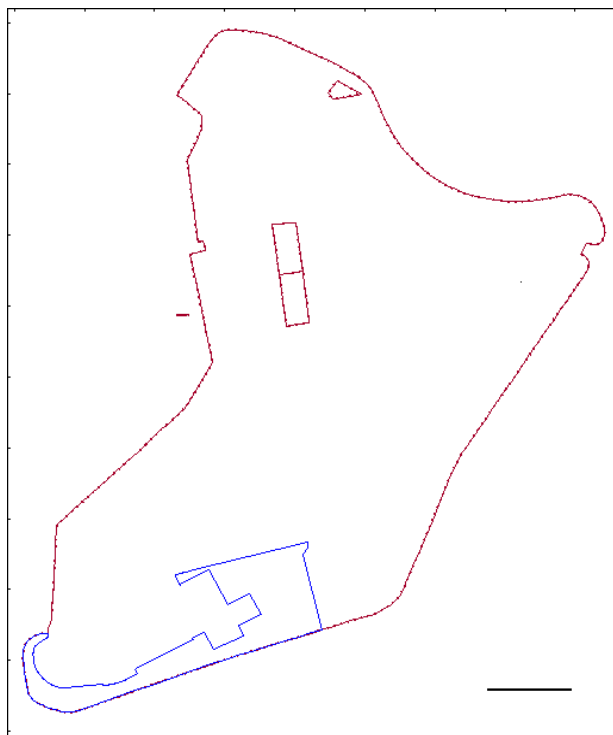


Sector 5



- Sup. total del sector: 1,0781 ha
- Sup. improductiva total: 0,0293 ha
 - Construcciones: 0 ha
 - Caminos: 0,0293 ha
- Superficie vegetal: 1,0488 ha
- Comentarios: este sector está constituido por la zona sureste del arboreto. Está limitado al norte por el edificio principal de la Escuela de Ingenieros de Montes y al sur por la de Técnicos Forestales, al este por el sector 4 ya al oeste por la valla perimetral. Está recorrida por varios caminos.

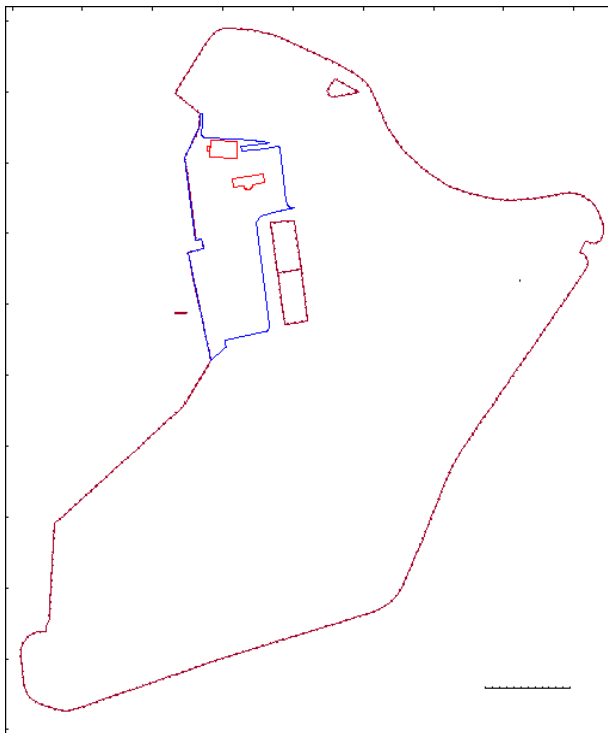
Sector 6



- Sup. total del sector: 0,6470 ha
- Sup. improductiva total: 0 ha
 - Construcciones: 0 ha
 - Caminos: 0 ha
- Superficie vegetal: 0,6470 ha
- Comentarios: este sector está constituido por la región de espacio que rodea la Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Forestales. Sus límites están establecidos por la propia edificación de la Escuela Forestal, la valla perimetral, el vial de comunicación con la Escuela de Ingenieros de Montes y el camino que da acceso a la entrada principal de la misma.

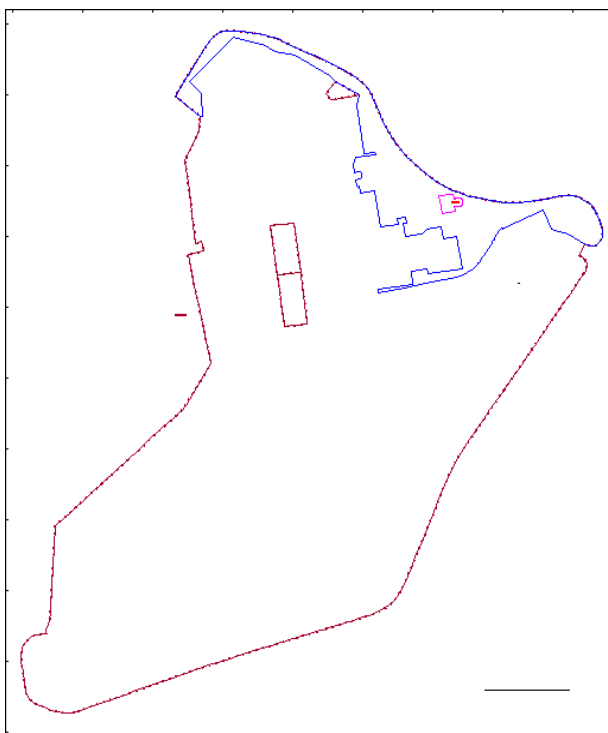


Sector 7

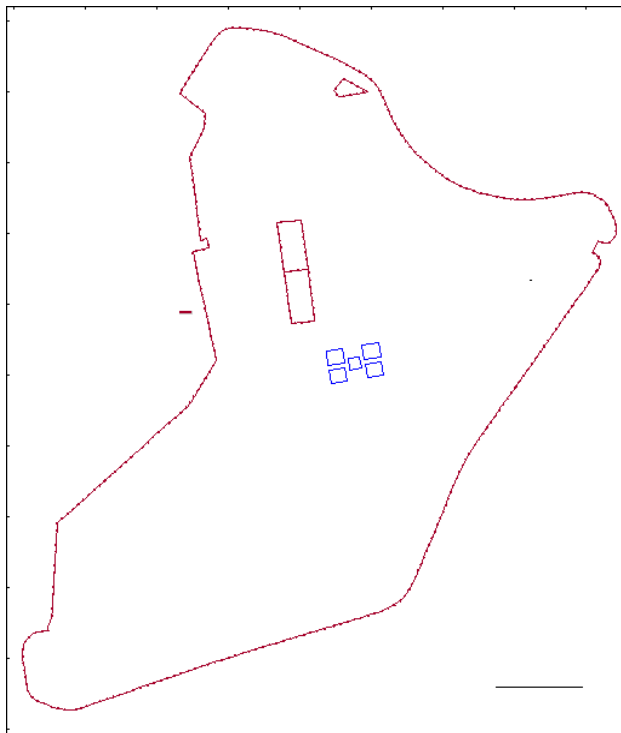


- Sup. total del sector: 0,7687 ha
- Sup. improductiva total: 0,0383 ha
 - Construcciones: 0,0383 ha
 - Caminos: 0 ha
- Superficie vegetal: 0,7304 ha
- Comentarios: este sector está constituido por la región oeste del arboreto, limitando al norte por una de las eras frente al edificio de selvicultura y repoblaciones, al sur por un vial interno de la Escuela, al este por las instalaciones deportivas y al oeste por el vallado perimetral. Contiene dos edificaciones.

Sector 8



- Sup. total del sector: 0,7979 ha
- Sup. improductiva total: 0,0156 ha
 - Construcciones: 0,0156 ha
 - Caminos: 0 ha
- Superficie vegetal: 0,7823 ha
- Comentarios: este sector recorre la zona perimetral norte y noreste, externas a los edificios de repoblaciones y selvicultura, vestuarios deportivos, piscifactoría y biblioteca. Contiene una edificación.

**Sector 9**

- Sup. total del sector: 0,0516 ha
- Sup. improductiva total: 0 ha
 - Construcciones: 0 ha
 - Caminos: 0 ha
- Superficie vegetal: 0,0516 ha
- Comentarios: esta zona está compuesta por cinco cuadrantes vallados, situados en el centro del recinto. Cada uno de ellos está ocupado por un individuo de porte arbóreo principal acompañado de diversidad de plantas de porte herbáceo.

En la Tabla 4.3 se resume el resultado correspondiente al análisis superficial de la sectorización de la cubierta vegetal:

Sector	Superficie vegetal (ha)
1	1,1617
2	0,2204
3	0,1383
4	0,1041
5	1,0488
6	0,6470
7	0,7304
8	0,7823
9	0,0516
TOTAL	4,8847

Tabla 4.3 Superficie vegetal contenida en el recinto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes

**Superficie biológicamente improductiva**

Recordando la Ecuación 3.5, expresada en el epígrafe 3.5.3. correspondiente al capítulo 3 (Materiales y métodos) para el cálculo de la superficie improductiva, el resultado de la operación propuesta se resume en la Ecuación 4.1:

$$\text{Superficie improductiva (ha)} = 9,8302 \text{ ha} - 4,8847 \text{ ha} = \mathbf{4,9455 \text{ ha}}$$

Ecuación 4.1 Cálculo de la superficie improductiva correspondiente a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes

Por tanto, el resultado del inventario de usos de suelo elaborado en la E.T.S.I. de Montes aparece resumido en la Tabla 4.4, en la cual también se refleja la categoría de consumo de la matriz de consumos-superficies asignada y la tipología de SBP atribuida para el cálculo de la huella:

Uso de suelo	Categoría de consumo	Tipología de SBP	superficie (ha)
Cubierta vegetal	Zonas arboladas	Bosques	4,8847
Improductivo	Zonas construidas, asfaltadas, erosionadas etc.	Terreno construido	4,9455

Tabla 4.4 Inventario de usos de suelo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes**4.1.3. Inventario de residuos****Inventario de residuos no peligrosos**

El resultado por categorías del inventario de residuos no peligrosos durante los cuatro días que duró el muestro se representa en la Tabla 4.5. En el anexo 4 se detalla el inventario por días.

Tipo de residuo	Peso medio día 1 (kg)	Peso medio día 2 (kg)	Peso medio día 3 (kg)	Peso medio día 4 (kg)	Peso total (kg)
Papel y cartón	8,43	30,06	8,30	13,05	59,84
Residuos urbanos y asimilables	21,99	23,97	18,39	8,29	72,64
Envases ligeros	0,00	17,03	0,48	1,98	19,49

Tabla 4.5 Cantidad de residuos registrados en los 4 días de muestreo

El número de jornales de trabajo registrados durante el muestro fue de 30, correspondientes a 7 trabajadores el primer día de muestreo, 10 el segundo, 7 el tercero y 6 el cuarto. Por tanto, dividiendo el peso total obtenido para cada categoría de residuo entre el número de jornadas registradas se obtendrá el promedio de residuos recogidos por jornal de trabajo:

- Papel: 1,99 kg/trabajador y día
- Residuos asimilables: 2,42/trabajador y día



- Envases ligeros: 0,65/trabajador y día

Se sabe que el número de jornales en plantilla es de 12,5 cada día, correspondiente a los 12 trabajadores que trabajan a tiempo completo y al único trabajador que trabaja a media jornada. Por tanto, podemos estimar la cantidad de residuos generados al día extendiendo los datos a los 12,5 jornales que trabajan al día en el servicio de limpieza de la Escuela, arrojando los siguientes resultados:

- Papel: 24,88 kg/día
- Residuos asimilables: 30,25 kg/día
- Envases ligeros: 8,13 kg/día

Se han contabilizado un total de 210 días lectivos a lo largo de todo el año 2010, así que asumiendo que la tasa de generación de residuos sigue el patrón descrito se estima que los residuos generados durante el año 2010 serán los mostrados en la Tabla 4.6:

Tipo de residuo	Peso en kg	Peso en toneladas
Papel y cartón	5.224,8	5,22
Residuos asimilables	6.352,5	6,35
Envases ligeros	1.707,3	1,71

Tabla 4.6 Estimación de los residuos no peligrosos generados en Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes durante el año 2010

Inventario de los residuos peligrosos

El resultado del inventario de los residuos peligrosos generados por la actividad de los Departamentos se resume en la Tabla 4.7:

Residuo	Categoría de consumo	Volumen (litros)	Peso (toneladas)
Solución ácida Solución básica Solución ácida /básica	Sustancias ácidas o alcalinas	460	0,414
CCl ₄ HgSO ₄ Disolución orgánica no halogenada Solución de metales pesados Geles de acrilamidas Disolución tampón con bromuro de etidio Etanol	Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	219,5 25	0,198 0,022
Acetato de etilo	Disolventes	30	0,027

Tabla 4.7 Inventario de residuos peligrosos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes para el año 2010



4.2. HUELLA DE CARBONO DE LA E.T.S.I. DE MONTES

4.2.1. Huella de Carbono asociada a la Escuela

Huella de Carbono según categorías de consumo

Conocidos los resultados del inventario económico, del inventario de usos de suelo y del inventario de residuos no peligrosos, los resultados del cálculo de HC en la Escuela se muestran en la Tabla 4.8. Cabe destacar que la máxima contribución a la huella corresponde al capítulo referente a “Otras emisiones indirectas”, con 52,7% de las emisiones totales. De éstas, el epígrafe correspondiente a “Materiales y servicios” constituye la principal fuente de emisiones con el 56,4 % de las emisiones del capítulo, seguido por el epígrafe asociado a recursos forestales, que alcanza 37% de las emisiones del mismo. Sin embargo, como muestra la Tabla 4 del Anexo 5 es la categoría de “Papel, cartón y sus manufacturas” correspondiente a “Recursos forestales” la que mayor HC alcanza con un total de 302,03 toneladas de CO₂ al año. También hay que destacar la aportación de la categoría correspondiente a “Madera cortada, aserrada y cepillada” con 142,9 toneladas de CO₂.

ORIGEN DE LA HUELLA	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año
EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	176,10	0,00	176,10	0,00
EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	911,23	0,03	911,26	0,00
OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	819,93	392,67	1.212,60	23,65
• MATERIALES Y SERVICIOS	664,81	19,23	684,04	0,00
Materiales	570,91	0,00	570,91	0,00
Obra	35,01	19,23	54,23	0,00
Servicios	58,89	0,00	58,89	0,00
• RECURSOS FORESTALES	153,30	295,10	448,40	0,00
• RECURSOS AGROPECUARIOS	1,47	0,00	1,47	5,72
• AGUA	0,00	68,53	68,53	0,00
• RESIDUOS	0,35	0,01	0,36	0,00
Residuos no peligrosos	0,35	0,01	0,36	0,00
Residuos peligrosos	0,00	0,00	0,00	0,00
• USOS DE SUELO	0,00	9,80	9,80	17,93
TOTAL	1.907,26	392,70	2.299,96	23,65
HUELLA NETA				2.276,31

Tabla 4.8 Resumen de la Huella de Carbono asociada la Escuela por categorías de consumo



4. RESULTADOS

El capítulo correspondiente a “Emisiones indirectas por consumo eléctrico” supone el 39,6% de las emisiones totales. La HC correspondiente a “Emisiones directas por consumo de combustibles fósiles” se encuentra en tercer lugar, con el 7,7% de las emisiones. Cabe destacar la importancia de la componente energética frente a la componente natural de la HC, que supone el 82,9% del total de las emisiones, casi cinco veces más que la componente natural. La contrahuella generada se reparte entre los epígrafes correspondientes a recursos agropecuarios y usos de suelo. Sin embargo, supone una cuantía casi despreciable frente al total de las emisiones. El desglose de los resultados asociados a los epígrafes del capítulo correspondiente a “Otras emisiones indirectas” puede verse en el Anexo 5.

Huella de Carbono según categorías contables

Centrándonos en las emisiones asociadas a los gastos de las Escuela, comprobamos que es en el artículo 22 “Materiales, suministros y otros” en el cual se genera mayor proporción de la HC asociada a gastos, con el 75% de las emisiones, como se muestra en la Tabla 4.9. En este capítulo también reside la mayor carga de CO₂ por € invertido. La componente energética supone el 83,3% de la HC asociada a gastos económicos.

ARTICULO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €	CONTRAHUELLA
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€	t CO ₂ /año
Artículo 21	127,04	2,49	129,53	0,002021	0,00
Artículo 22	1458,40	264,57	1722,97	0,004102	5,72
Artículo 23	2,95	0,00	2,95	0,000371	0,00
Artículo 62	125,58	61,87	187,45	0,002131	0,00
Artículo 63	192,95	53,95	246,90	0,002394	0,00
TOTAL	1906,91	382,89	2289,80	0,003352	5,72

Tabla 4.9 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto general por artículos en la Escuela

En la Tabla 4.10 se muestra el desglose por conceptos del artículo 21 correspondiente a “Reparaciones, mantenimiento y conservación”, dentro del cual destaca el concepto 212 “Edificios y otras construcciones” con el 84,4% de la HC del artículo.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
212	107,64	1,68	109,32	0,003054
213	15,18	0,00	15,18	0,000611
214	0,78	0,00	0,78	0,000914
215	2,87	0,81	3,67	0,002134
216	0,57	0,00	0,57	0,000666
TOTAL	127,04	2,49	129,53	0,002021

Tabla 4.10 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 21



4. RESULTADOS

La Tabla 4.11 muestra el desglose por conceptos de la HC correspondiente al artículo 22. Destaca en primer lugar el concepto 221, correspondiente a “Suministros” con el 73,4% de la HC del artículo o el 55,2% de las emisiones totales asociados a gastos. Dentro de este concepto, la principal fuente de emisión corresponde al subconcepto 221.00, “Energía eléctrica”, que supone el 71,7% de la HC del concepto. Le sigue el concepto 220, “Material de oficina”, con el 20,3% de las emisiones del artículo. Es este mismo concepto el que soporta la mayor carga de CO₂ por € invertido. Acudiendo a las Tabla 2, 3 y 4 del Anexo 6 se comprueba que las máximas contribuciones a la HC del citado concepto corresponden a los consumos de papel y tintas de impresión (63,7% y 34,6% de las emisiones del concepto respectivamente)

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
220	217,79	132,63	350,42	0,009594
221	1.157,03	107,66	1.264,69	0,004511
222	9,78	0,00	9,78	0,000286
223	0,00	0,00	0,00	---
224	0,08	0,00	0,08	0,000109
225	0,00	0,00	0,00	---
226	32,92	0,00	32,92	0,000626
227	40,79	24,29	65,08	0,004209
TOTAL	1.458,40	264,57	1.722,97	0,004102

Tabla 4.11 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 22

Como muestra la Tabla 4.12, la HC asociada al artículo 23 resulta muy poco significativa frente al conjunto de las emisiones.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
230	1,99	0,00	1,99	0,000310
231	0,96	0,00	0,96	0,000628
TOTAL	2,95	0,00	2,95	0,000371

Tabla 4.12 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 23

Las emisiones del artículo 62, “Inversión nueva”, se centran en el concepto 620 (Tabla 4.13). Apenas suponen el 8,2% de las emisiones totales asociadas a gastos. Como muestra la Tabla 9 del Anexo 6 estas emisiones se concentran en los subconceptos 620.03, 620.06 y 620.07, correspondientes a inversión nueva en maquinaria, mobiliario y equipos informáticos, respectivamente.



4. RESULTADOS

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
620	125,58	61,87	187,45	0,002131
TOTAL	125,58	61,87	187,45	0,002131

Tabla 4.13 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 62

Dentro del artículo 63 “Inversión de reposición”, la HC se concentra en el concepto 630 (Tabla 4.14). Las principales contribuciones a la HC se encuentran en los subconceptos 630.00 y 630.03, “Reposición en obras y construcciones” y “Reposición en instalaciones”, como puede verse en la Tabla 12 del Anexo 6.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
630	192,95	53,95	246,90	0,002394
TOTAL	192,95	53,95	246,90	0,002394

Tabla 4.14 Resumen de la Huella de Carbono asociada al gasto en la Escuela en el artículo 63

Como resumen, en la Figura 4.2 se muestra la cuantía de la HC para el concepto contable correspondiente a los gastos generales de la Escuela, expresado en toneladas de CO₂ anuales. También se expresa la carga de CO₂ por unidad monetaria para cada concepto contable. Como puede verse en el gráfico el concepto 221 es el principal contribuyente a la HC asociada a los gastos generales de la Escuela, seguido de los conceptos 220, 630, 620, 212 y 227. En cuanto a carga de CO₂ por unidad monetaria, el concepto 220 presenta el mayor valor, seguido del 221, 227, 212, 630 y 620. Por tanto estos seis conceptos resultan determinantes para poder explicar el comportamiento de la HC de la Escuela.

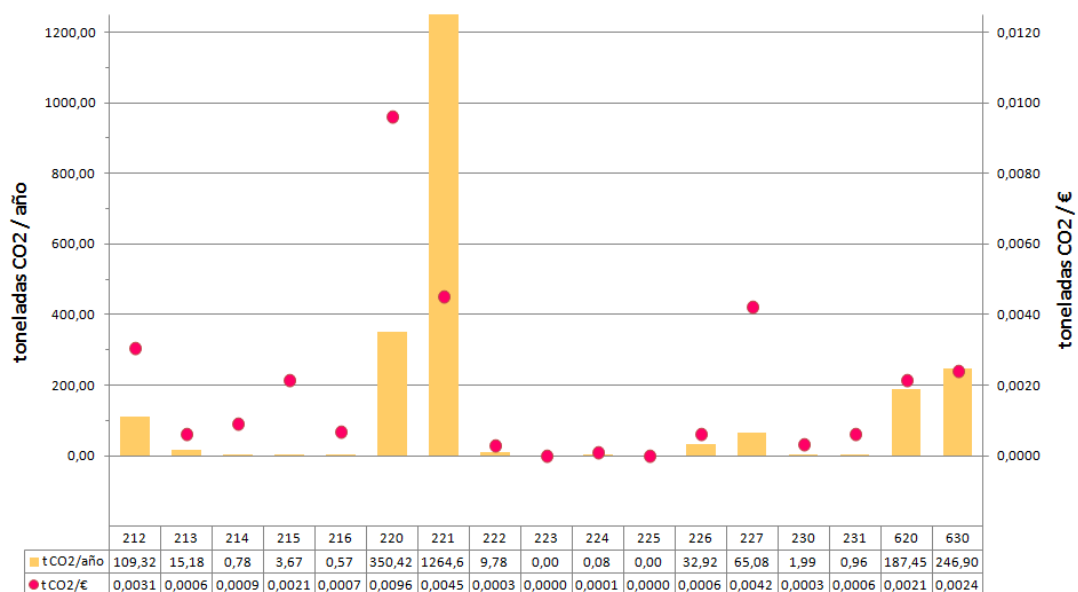


Figura 4.2 Huella de Carbono y carga de CO₂ por unidad monetaria correspondiente a los gastos generales de la Escuela según conceptos



4.2.2. Huella de Carbono asociada a los Departamentos

Huella de Carbono según categorías de consumo

Atendiendo a la HC correspondiente a los Departamentos, los resultados se muestran en la Tabla 4.15. Puesto que los Departamentos no incurren en gasto económico en los dos primeros capítulos, la HC se concentra en “Otras emisiones indirectas”. El epígrafe que contiene la mayor cuantía de emisiones es el correspondiente a “Materiales y servicios” con el 80% de las emisiones. Dentro de este, los materiales de origen no orgánico suponen el 80,1% de la HC. Esto se debe principalmente al consumo de tintas de impresión, como se muestra en la Tabla 1 del Anexo 7. La HC correspondiente a “Recursos forestales” supone el 20% del total. La principal contribución se lleva a cabo por la categoría “Papel, cartón y otras manufacturas”. La componente energética de la HC resulta dominante frente a la componente natural, con el 87,9% del total.

ORIGEN DE LA HUELLA	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año
EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	0,00	0,00	0,00	0,00
EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	0,00	0,00	0,00	0,00
OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	372,80	50,90	423,70	0,00
• MATERIALES Y SERVICIOS	339,01	0,00	339,01	0,00
Materiales	334,72	0,00	334,72	0,00
Obra	0,00	0,00	0,00	0,00
Servicios	4,28	0,00	4,28	0,00
• RECURSOS FORESTALES	33,70	50,89	84,58	0,00
• RECURSOS AGROPECUARIOS	0,00	0,00	0,00	0,00
• AGUA	0,00	0,00	0,00	0,00
• RESIDUOS	0,10	0,01	0,11	0,00
Residuos no peligrosos	0,00	0,00	0,00	0,00
Residuos peligrosos	0,10	0,01	0,11	0,00
• USOS DE SUELO	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	372,80	50,90	423,70	0,00
HUELLA NETA			423,70	

Tabla 4.15 Huella de Carbono correspondiente Departamentos según categorías de consumo

**Huella de Carbono según categorías contables**

Analizando la HC correspondiente a los gastos de los Departamentos se observa que la principal contribución corresponde de nuevo al artículo 22, con el 86,5% de las emisiones. A este artículo corresponde también la máxima carga de CO₂ por unidad monetaria, tal y como se muestra en la Tabla 4.16.

ARTICULO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €	CONTRAHUELLA
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€	t CO ₂ /año
Artículo 21	5,04	0,12	5,16	0,001192	0,00
Artículo 22	321,17	45,12	366,29	0,007439	0,00
Artículo 23	0,05	0,00	0,05	0,000191	0,00
Artículo 62	46,45	5,64	52,09	0,001703	0,00
TOTAL	372,70	50,89	423,59	0,005019	0,00

Tabla 4.16 Huella de Carbono correspondiente a los Departamentos según artículos

En la Tabla 4.17 se muestran el resumen de la HC correspondiente a los gastos generales de los Departamentos en el artículo 21. En este caso, el concepto 213 (“Maquinaria, instalación y utillaje”) es el principal contribuyente a la HC. Sin embargo la cuantía total a penas resulta relevante frente al conjunto de la HC total.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
212	0,00	0,00	0,00	---
213	4,43	0,00	4,43	0,001162
214	0,00	0,00	0,00	---
215	0,43	0,12	0,56	0,002134
216	0,17	0,00	0,17	0,000666
TOTAL	5,04	0,12	5,16	0,001192

Tabla 4.17 Huella de Carbono asociada al artículo 21 correspondiente a los Departamentos

La principal contribución en el artículo 22 a la HC está constituida por el concepto 220 “Material de oficina” con el 81,8% de las emisiones, seguido del 221 “Suministros” con el 14,3%, como se muestra en la Tabla 4.18. Dentro del concepto 220, el 78,2% de las emisiones se deben al subconcepto 220.02, “Material informático no inventariable”, como se ve en la Tabla 2 del Anexo 8, directamente vinculado al consumo de tintas de impresión. El consumo de papel está englobado dentro del subconcepto 220.00 y supone el 17,6% de las emisiones correspondientes al concepto 220, tal y como se muestra en la Tabla 3 del Anexo 8. Este mismo concepto alberga la mayor carga por unidad monetaria del artículo 22. A continuación aparece el concepto 221, con el 14,2 % de las emisiones. Estas emisiones se concentran en el subconcepto 221.10, correspondiente a “Material de laboratorio no inventariable”, del que los productos químicos es el principal contribuyente, como se muestra en la Tabla 5 del Anexo 8.



4. RESULTADOS

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
220	268,54	31,28	299,82	0,010325
221	44,04	8,30	52,33	0,004062
222	0,00	0,00	0,00	---
223	1,02	0,00	1,02	0,000547
224	0,00	0,00	0,00	---
225	0,00	0,00	0,00	---
226	2,74	0,00	2,74	0,000795
227	4,82	5,55	10,38	0,005198
TOTAL	321,17	45,12	366,29	0,007439

Tabla 4.18 Huella de Carbono asociada al artículo 22 correspondiente a los Departamentos

La contribución del artículo 23 al conjunto de la HC correspondiente a los gastos generales de los Departamentos resulta poco importante, tal y como se muestra en la Tabla 4.19.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
230	0,05	0,00	0,05	0,000191
231	0,00	0,00	0,00	---
TOTAL	0,05	0,00	0,05	0,000191

Tabla 4.19 Huella de Carbono asociada al artículo 23 correspondiente a los Departamentos

El artículo 62 supone el 12,3% de la HC de los Departamentos. La huella en este artículo está concentrada en el concepto 620 (Tabla 4.20). Dentro del concepto mencionado, la principal porción de las emisiones se concentra en los subconceptos 620.07 (40,2%), 620.01 (25,7%) y 620.08 (21,8%) que corresponden a “Inversión nueva en equipos informáticos”, “Inversión nueva en material de laboratorio” e “Inversión nueva en fondos bibliográficos”, tal como muestra la Tabla 7 del anexo 8.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
620	46,45	5,64	52,09	0,001703
TOTAL	46,45	5,64	52,09	0,001703

Tabla 4.20 Huella de Carbono asociada al artículo 62 correspondiente a los Departamentos



4. RESULTADOS

Como resumen, en la Figura 4.3 se muestra la cuantía de la HC por conceptos contables correspondiente a los gastos generales de los Departamentos, expresada en toneladas de CO₂ anuales. También se expresa la carga de CO₂ por unidad monetaria para cada concepto contable. Como puede ver se en el gráfico, el concepto 220 es el principal contribuyente a la HC asociada a los gastos generales de la Escuela, seguido de los conceptos 221, 620 y 227. En cuanto a carga de CO₂ por unidad monetaria, el concepto 220 presenta el mayor valor, seguido de los conceptos 227, 221, 215 y 620. Por tanto estos cinco conceptos resultan determinantes para poder explicar el comportamiento de la HC de los Departamentos.

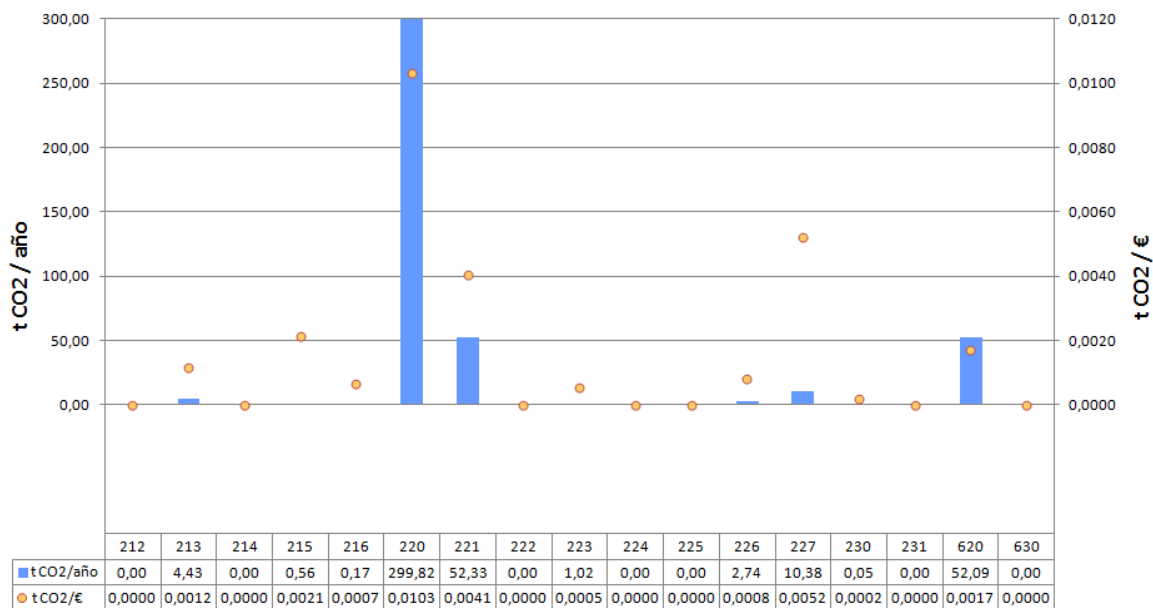


Figura 4.3 Huella de Carbono y carga de CO₂ por unidad monetaria correspondiente a los gastos generales de los Departamentos según conceptos.



4.2.3. Huella de Carbono agregada de la E.T.S.I. de Montes

Huella de Carbono según categorías de consumo

Agregando los resultados de la HC correspondiente a Escuela y Departamentos se obtiene la HC agregada de la E.T.S.I. de Montes, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.21. Se observa que la principal contribución a la HC de la Escuela de Montes es aportada por el capítulo correspondiente a “Otras emisiones indirectas”, con el 60% del total de la huella, seguido por “Emisiones indirectas por consumo eléctrico” con el 33,4% y “Emisiones directas por quema de combustibles fósiles” con el 6,6%.

ORIGEN DE LA HUELLA	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA	HUELLA TOTAL
	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /hab. y año
EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	176,10	0,00	176,10	0,00	0,1264
EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	911,23	0,03	911,26	0,00	0,6542
OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	1.192,73	443,57	1.636,30	23,65	1,1747
• MATERIALES Y SERVICIOS	1.003,82	19,23	1.023,05	0,00	0,7344
Materiales	905,64	0,00	905,64	0,00	0,6501
Obra	35,01	19,23	54,23	0,00	0,0389
Servicios	63,18	0,00	63,18	0,00	0,0454
• RECURSOS FORESTALES	187,00	345,99	532,98	0,00	0,3826
• RECURSOS AGROPECUARIOS	1,47	0,00	1,47	5,72	0,0011
• AGUA	0,00	68,53	68,53	0,00	0,0492
• RESIDUOS	0,45	0,02	0,47	0,00	0,0003
Residuos no peligrosos	0,35	0,01	0,36	0,00	0,0003
Residuos peligrosos	0,10	0,01	0,11	0,00	0,0001
• USOS DE SUELO	0,00	9,80	9,80	17,93	0,0070
TOTAL	2.280,06	443,60	2.723,66	23,65	1,9552
HUELLA NETA			2.700,01		1,9383

Tabla 4.21 Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo

Dentro del capítulo dedicado a otras emisiones indirectas, el epígrafe con mayor HC es el correspondiente a “Materiales y servicios” con el 62,5% de las emisiones del capítulo y el 37,6% de las emisiones totales. Dentro de este epígrafe, los materiales inorgánicos son los principales contribuyentes a la huella, con el 88,4% del total del epígrafe. Dentro de este subepígrafe, la categoría con mayor aporte de HC es la dedicada a tintas de impresión, que supone un total de 347,41 toneladas de CO₂ anuales, lo que supone un 12,7% de las emisiones totales de la E.T.S.I. de Montes. La aportación vinculada a los “Recursos forestales” supone el 19,6% de la HC agregada. Dentro de este epígrafe las principales contribuciones se



4. RESULTADOS

efectúan por las categorías correspondientes a “Papel, cartón y sus manufacturas” y “Madera cortada, aserrada y cepillada” con 365 y 152,6 toneladas de CO₂ respectivamente.

En la Figura 4.4 puede verse la contribución de Escuela y Departamentos al conjunto de la HC agregada de la E.T.S.I. de Montes. Como se observa el principal aporte se realiza por la Escuela. Sin embargo si comparamos la carga de CO₂ por € invertido en Escuela y Departamentos (ver Tablas 4.9 y 4.16) comprobamos que es mayor en los Departamentos.

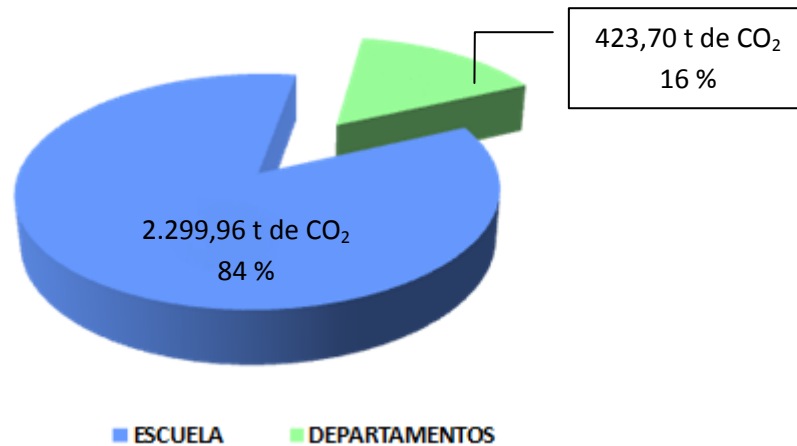


Figura 4.4 Reparto de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresada en toneladas de CO₂ al año y en porcentaje respecto al total de la huella

También hay que destacar que la principal responsable de la HC agregada de la E.T.S.I. de Montes es su componente energética, que según la Figura 4.5 supone el 84% de la HC total.

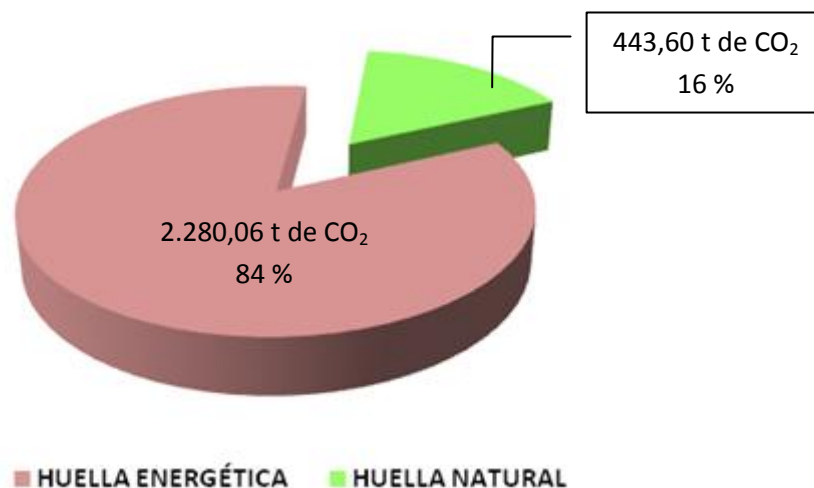


Figura 4.5 Reparto de las componentes energética y natural de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresada en toneladas de CO₂ al año y en porcentaje respecto al total de la huella



4. RESULTADOS

Si atendemos a la contribución de Escuela y Departamentos a la HC agregada de la E.T.S.I. de Montes por alcances se puede observar que la aportación de los Departamentos a las emisiones del Alcance 3 supone el 25,9 %, siendo por tanto la de la Escuela del 74,1%, tal y como se muestra en la Figura 4.6.

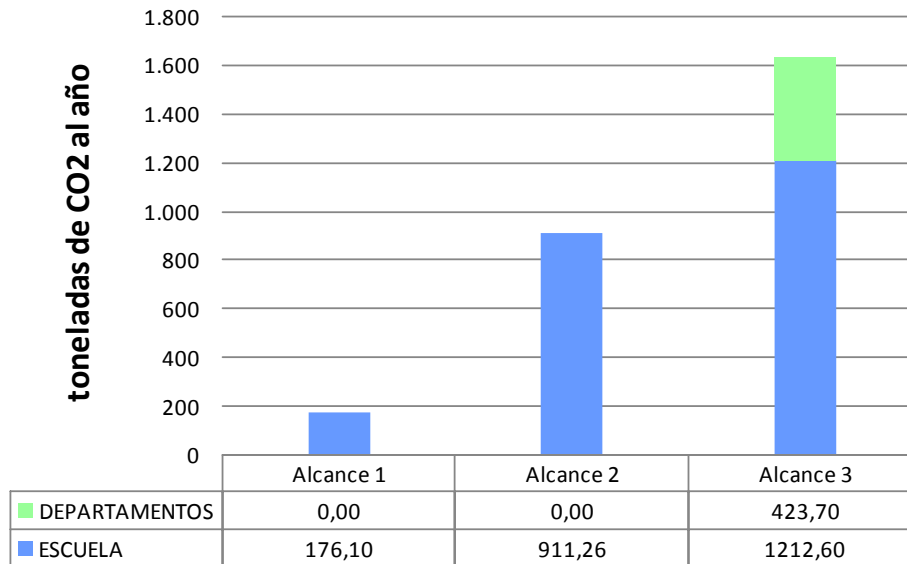


Figura 4.6 Reparto de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según alcances

Profundizando en el Alcance 3 puede verse que la aportación de los Departamentos al epígrafe de materiales y servicios supone el 33,1% frente al 66,9% de la Escuela. La diferencia de proporciones se acrecenta en el epígrafe correspondiente a “Recursos forestales”, como puede verse en la Figura 4.7.

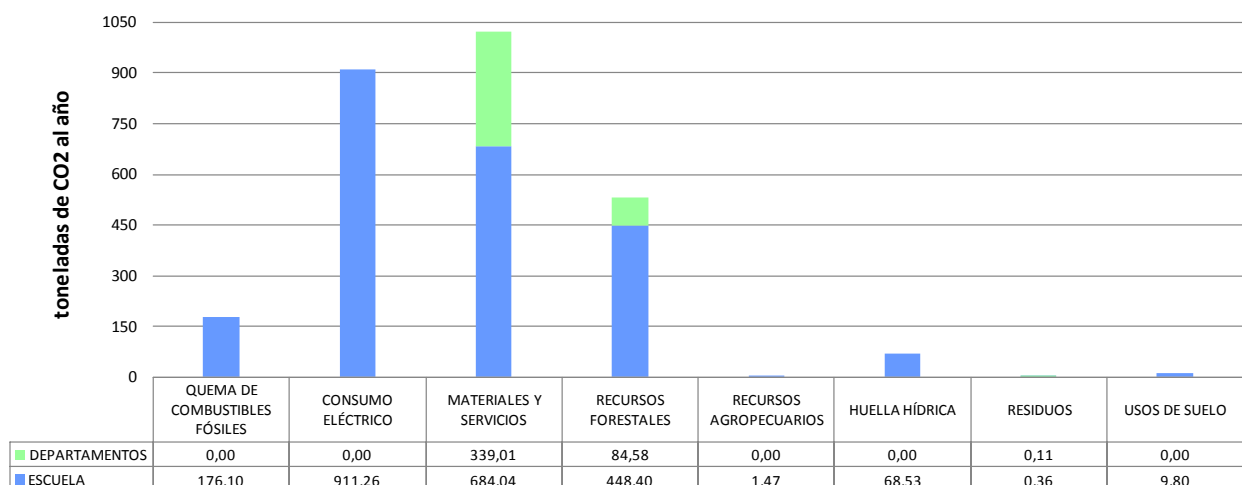


Figura 4.7 Huella de Carbono agregada de Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo



4. RESULTADOS

En la Figura 4.8 se muestra gráficamente el perfil de la HC agregada de la E.T.S.I. de Montes según los tres alcances en los que se catalogan las emisiones en comparación con el de la Escuela y los Departamentos.

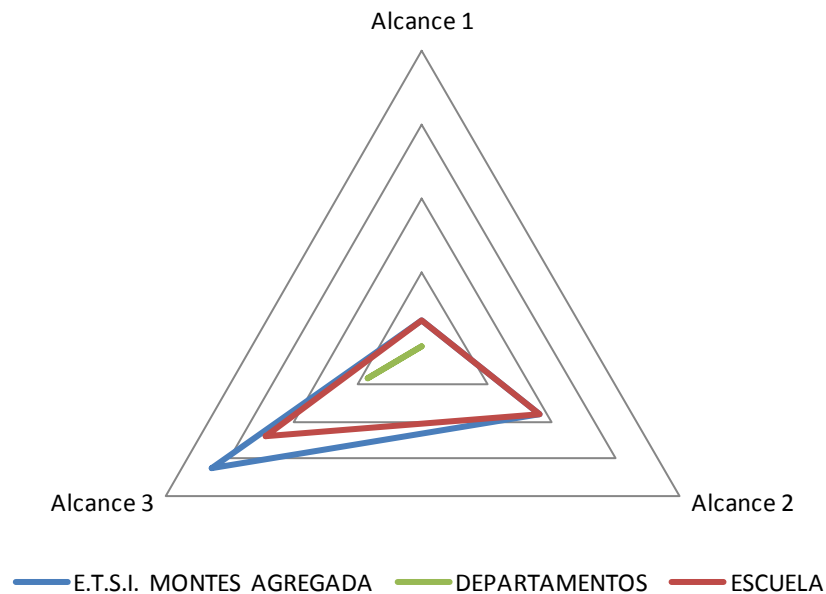


Figura 4.8 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono según alcances en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes

Si estudiamos el perfil de la HC a nivel de epígrafes de consumo, la influencia de la HC de la Escuela frente al agregado se manifiesta de forma más patente. En este sentido destaca la aportación de la HC de los Departamentos en los epígrafes correspondientes a “Materiales y servicios” y “Recursos forestales” que consiguen desplazar con su contribución el perfil agregado, como puede verse en la Figura 4.9.

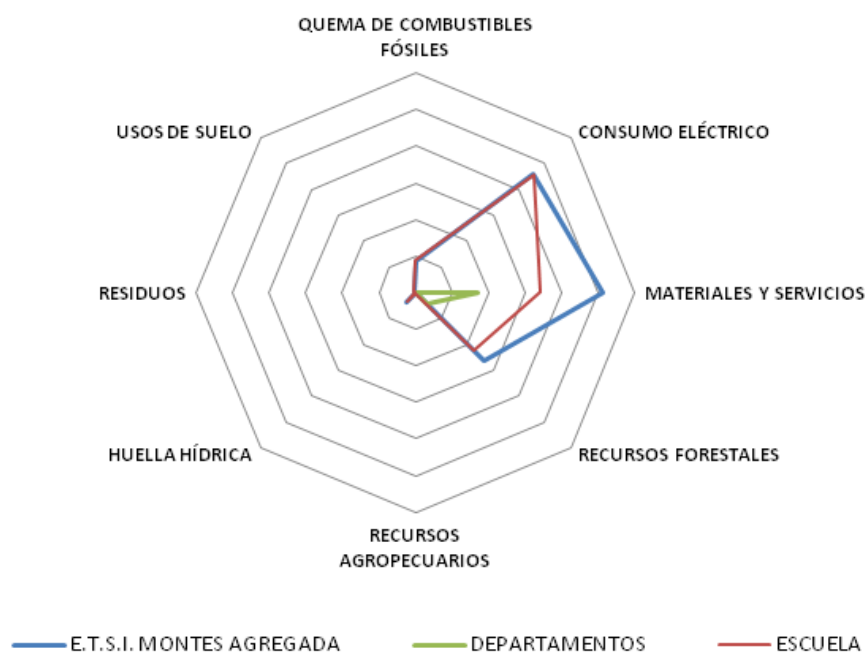


Figura 4.9 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono según epígrafes de consumo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes

**Huella de Carbono según categorías contables**

Como se muestra en la Tabla 4.22, si atendemos a la HC agregada derivada de los gastos económicos del conjunto de la E.T.S.I. de Montes se comprueba que el artículo con principal aportación es el 22 con el 77% de la HC agregada, seguido del 63 y del 62 con el 9,1% y el 8,1% respectivamente. El concepto con mayor HC es el 221, con el 48,5% del total de la HC agregada, seguido por los conceptos 220, 630 y 620. Sin embargo, el concepto que soporta mayor carga de CO₂ por unidad monetaria es el 220, seguido de los conceptos 221 y del 227.

ARTICULO	CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE CO ₂ POR €
		t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /año	t CO ₂ /€
21	212	107,64	1,68	109,32	0,003054
	213	19,61	0,00	19,61	0,000684
	214	0,78	0,00	0,78	0,000914
	215	3,30	0,93	4,23	0,002134
	216	0,74	0,00	0,74	0,000666
Subtotal		132,07	2,61	134,68	0,001969
22	220	486,33	163,90	650,24	0,009918
	221	1.201,07	115,96	1.317,03	0,004491
	222	9,78	0,00	9,78	0,000286
	223	1,02	0,00	1,02	0,000547
	224	0,08	0,00	0,08	0,000109
	225	0,00	0,00	0,00	---
	226	35,66	0,00	35,66	0,000637
	227	45,62	29,84	75,46	0,004322
Subtotal		1.779,56	309,70	2.089,26	0,004452
23	230	2,04	0,00	2,04	0,000305
	231	0,96	0,00	0,96	0,000628
Subtotal		3,00	0,00	3,00	0,000366
62	620	172,03	67,51	239,54	0,002021
63	630	192,95	53,95	246,90	0,002394
TOTAL		2.279,62	433,77	2.713,39	0,003528

Tabla 4.22 Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables

Al trazar el perfil de emisiones de CO₂ por conceptos contables nos encontramos con el diagrama mostrado en la Figura 4.10, en el cual se refleja claramente el peso de las emisiones del concepto 221 y 220 frente al resto. Si este perfil lo comparamos con el mostrado en la Figura 4.11, el cual muestra la inversión económica realizada en cada concepto comprobamos que existen similitudes en el patrón general del perfil, ya que la carga económica influye de forma importante en el conjunto total de las emisiones atribuidas a ese concepto. Sin embargo existen algunas diferencias entre ambos perfiles que se justifican gracias a la influencia que la carga de emisiones de CO₂ por unidad monetaria (Figura 4.12) tiene en cada concepto y que



4. RESULTADOS

explica por qué el concepto 220 presenta mayor cantidad de emisiones asociadas que el 620, cuando se invierte mayor cuantía económica en este último.

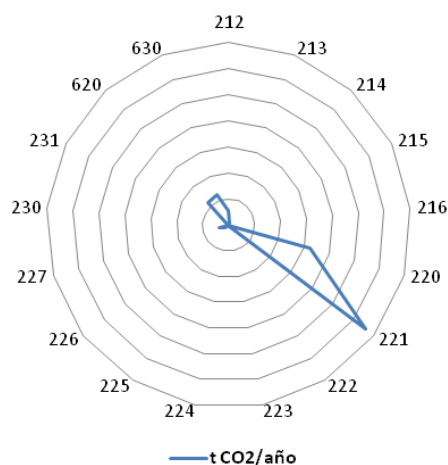


Figura 4.10 Perfil de la Huella de Carbono agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables

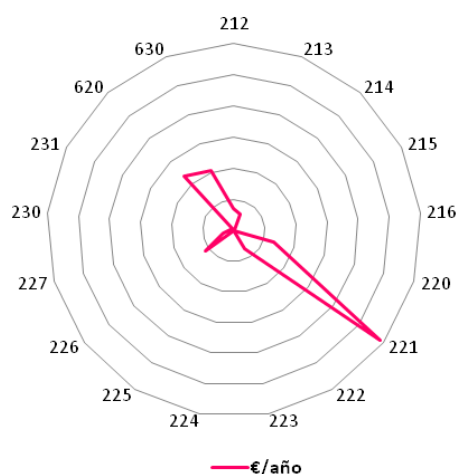


Figura 4.11 Perfil de la inversión agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables

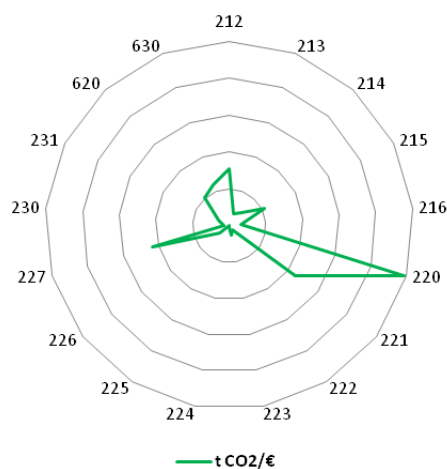


Figura 4.12 Perfil de la carga de CO₂ por € invertido en el conjunto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables



4.3. HUELLA ECOLÓGICA DE LA E.T.S.I. DE MONTES

4.3.1. Huella Ecológica asociada a la Escuela

Huella Ecológica según categorías de consumo

A continuación se van a mostrar los resultados de la HE correspondientes los gastos generales de la Escuela según categorías de consumo. Conviene resaltar que estos resultados están expresados en hectáreas globales (haG), por tanto se les ha aplicado el pertinente factor de equivalencia. Según se ve en la Tabla 4.23, el Alcance 3 correspondiente a “Otras emisiones indirectas” es el que mayor huella presenta, con el 53,5% del total, seguido del Alcance 2 con el 39%. Dentro del Alcance 3, el epígrafe con mayor peso es el correspondiente a “Materiales y servicios” con el 54,7% de la huella total del alcance. Dentro de este epígrafe, el subepígrafe vinculado a “Materiales” presenta una importancia capital respecto al resto, albergando el 83,4% de la huella. Destaca el papel que representan los “Productos derivados del plástico”, ya que como se muestra en la Tabla 1 del Anexo 9 suponen el 26,2% de la HE del subepígrafe mencionado.

ORIGEN DE LA HUELLA	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/año
EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	60,46	0,00	60,46	0,00
EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	312,85	0,02	312,86	0,00
OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	281,50	148,01	429,51	3,94
• MATERIALES Y SERVICIOS	228,25	6,60	234,85	0,00
Materiales	196,01	0,00	196,01	0,00
Obra	12,02	6,60	18,62	0,00
Servicios	20,22	0,00	20,22	0,00
• RECURSOS FORESTALES	52,63	101,31	153,95	0,00
• RECURSOS AGROPECUARIOS	0,50	7,25	7,75	0,00
• AGUA	0,00	23,53	23,53	0,00
• RESIDUOS	0,12	0,01	0,13	0,00
Residuos no peligrosos	0,12	0,01	0,13	0,00
Residuos peligrosos	0,00	0,00	0,00	0,00
• USOS DE SUELO	0,00	9,31	9,31	3,94
TOTAL	654,81	148,03	802,83	3,94
HUELLA NETA			798,89	

Tabla 4.23 Resumen de la Huella Ecológica según categorías de consumo asociada a la Escuela



4. RESULTADOS

El epígrafe correspondiente a “Recursos forestales” presenta también un papel destacado, con el 35,8 de la huella correspondiente al alcance. En este caso, la categoría con mayor peso resulta ser “Papel, cartón y sus manufacturas”, con el 67,4% de la HE del epígrafe, tal y como muestra la Tabla 4 del Anexo 9. La contrahuella se concentra en el epígrafe correspondiente a “Usos de suelo”. En este caso se ha aplicado, además del factor de equivalencia, el correspondiente factor de rendimiento. La componente energética vuelve a ser la principal protagonista, tal y como ocurría con la HC, suponiendo el 81,56% de la HE total.

Huella Ecológica según categorías contables

Atendiendo a la HE repartida según los gastos distribuidos por conceptos contables, en la Tabla 4.24 se muestra el resumen de los resultados por artículos. Comprobamos que el principal peso lo protagoniza el artículo 22 con el 75,5% de la HE total, siendo este además el que mayor huella por unidad monetaria presenta. A este artículo le siguen el artículo 63 y el artículo 62 con el 10,7% y el 8,1% de la HE total.

ARTICULO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €	CONTRAHUELLA
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€	haG/año
Artículo 21	43,62	0,85	44,47	0,000694	0,00
Artículo 22	500,70	98,09	598,79	0,001426	0,00
Artículo 23	1,01	0,00	1,01	0,000127	0,00
Artículo 62	43,11	21,24	64,36	0,000732	0,00
Artículo 63	66,24	18,52	84,77	0,000822	0,00
TOTAL	654,69	138,71	793,40	0,001161	0,00

Tabla 4.24 Resumen de la Huella Ecológica asociada a los gastos generales de la Escuela según artículos

A continuación se muestra el desglose de la HE por conceptos correspondientes al artículo 21. En la Tabla 4.25 puede verse como destaca el concepto 212 con el 84,4% de la huella del artículo, siendo los “Productos químicos” los que presentan aportación mayoritaria a dicho concepto, tal y como se muestra en la Tabla 1 del Anexo 10.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
212	36,95	0,58	37,53	0,001048
213	5,21	0,00	5,21	0,000210
214	0,27	0,00	0,27	0,000314
215	0,98	0,28	1,26	0,000733
216	0,20	0,00	0,20	0,000229
TOTAL	43,62	0,85	44,47	0,000694

Tabla 4.25 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 21



4. RESULTADOS

En la Tabla 4.26 aparecen los resultados correspondientes al artículo 22. Destacan principalmente dos conceptos, el 221 y el 220, con el 72,6% y el 20,1% de la HE del artículo. Dentro del concepto 221 vinculado a “Suministros” la partida correspondiente a “Energía eléctrica” presenta un peso capital, tal y como muestra la Tabla 6 del Anexo 10. En cuanto al concepto 220, los subconceptos 220.00 y 220.02 son los principales contribuyentes a la huella del concepto, como se muestra en la Tabla 3 del Anexo 10. Cabe destacar el papel que desempeñan las inversiones destinadas a papel de oficina y tóner de impresión, que suponen una huella de 76,78 haG y 41,57 haG. También es necesario mencionar que a pesar de que en la cuantía de la HE correspondiente al 221 sea 3,6 veces mayor, la huella por unidad monetaria es mayor el concepto 220 que en el 221.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
220	74,77	45,53	120,31	0,003294
221	397,24	37,40	434,63	0,001550
222	3,36	0,00	3,36	0,000098
223	0,00	0,00	0,00	---
224	0,03	0,00	0,03	0,000038
225	0,00	0,00	0,00	---
226	11,30	6,82	18,12	0,000345
227	14,01	8,34	22,34	0,001445
TOTAL	500,70	98,09	598,79	0,001426

Tabla 4.26 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 22

En la Tabla 4.27 se muestran los resultados correspondientes al artículo 23. Como se puede ver la cuantía de la HE es despreciable frente a la del resto de artículos.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
230	0,68	0,00	0,68	0,000106
231	0,33	0,00	0,33	0,000216
TOTAL	1,01	0,00	1,01	0,000127

Tabla 4.27 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 23

El Artículo 62 presenta un único concepto, el 620, tal y como se muestra en la Tabla 4.28. Las principales aportaciones a la HE de este concepto están representadas por los subconceptos 620.06, 620.03 y 620.07 como se muestra en la Tabla 14 del Anexo 10.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
620	43,11	21,24	64,36	0,000732
TOTAL	43,11	21,24	64,36	0,000732

Tabla 4.28 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 62



4. RESULTADOS

Dentro del 620.06 destaca principalmente los “artículos de madera” que suponen el 37,3% de la huella total del artículo.

Por último, en la Tabla 4.29 se muestran los resultados correspondientes el artículo 63. Al igual que el artículo 652 está compuesto por un único concepto, el 630, descompuesto a su vez en tres subconceptos, de los cuales el 630.00 y 630.03 suponen la principal aportación a la HE del concepto como se muestra en la Tabla 17 del Anexo 10. En este caso la mayor huella corresponde a la unidad asociada a materiales plásticos, tal y como se desprende de las Tablas 18 y 19 del Anexo 8.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
630	66,24	18,52	84,77	0,000822
TOTAL	66,24	18,52	84,77	0,000822

Tabla 4.29 Huella Ecológica de la Escuela asociada a los gastos en el artículo 63

En la Figura 4.13 se muestra la comparativa de la HE correspondiente a todos los conceptos expresada en hectáreas globales al año y hectáreas globales por unidad monetaria invertida. El concepto con mayor huella asociada es el 221, seguido de lejos por los conceptos 220, 630, 620 y 212. Atendiendo a la huella por unidad monetaria es el concepto 220 el que presenta mayor valor, seguido de los conceptos 221, 227, 212 y 630. Por tanto, son estos seis conceptos los principales responsables de la HE atribuida a los gastos generales de la Escuela.

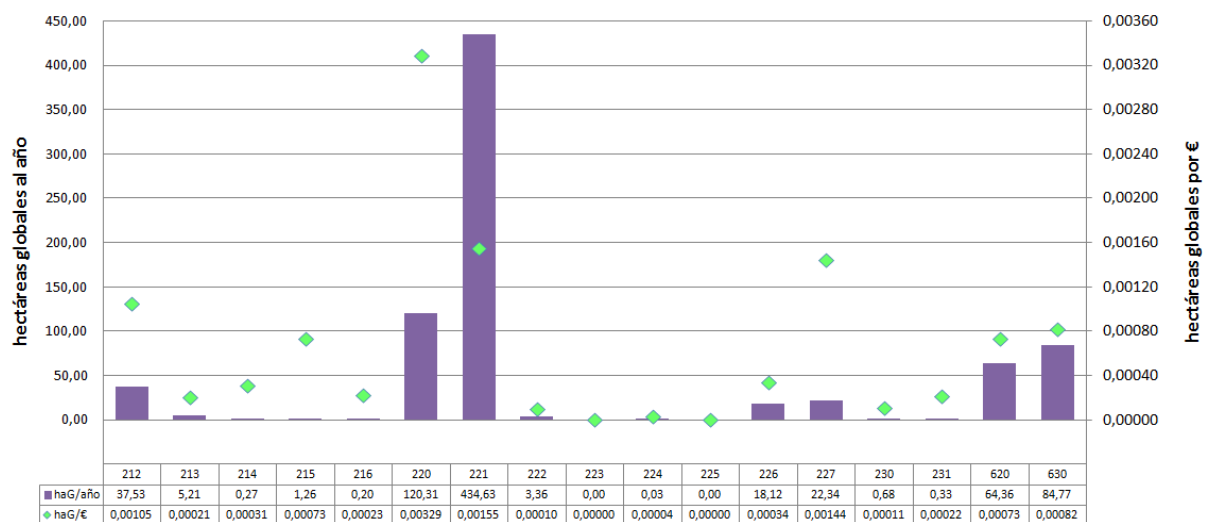


Figura 4.13 Huella Ecológica y carga de haG por unidad económica invertida correspondiente a los gastos generales de la Escuela según conceptos



4.3.2. Huella Ecológica asociada a los Departamentos

Huella Ecológica asociada a las categorías de consumo

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la HE de los Departamentos distribuida según categorías de consumo. Como se ve en la Tabla 4.30 solo existe huella vinculada al Alcance 3. El epígrafe con mayor peso en la huella de este alcance vuelve a ser el correspondiente a “Materiales y servicios” con el 80% de la huella total, siendo una vez más los materiales de origen no orgánico los principales responsables de la HE del epígrafe, con el 98,7%. En este caso las tintas de impresión constituyen la categoría de consumo con mayor HE asociada, con el 67,6% de la huella del subepígrafe, como se muestra en la Tabla 1 del Anexo 11. Por otro lado, la HE asociada a los “Recursos forestales” supone el 19,9% de la huella del alcance. Como se ve en la Tabla 4 del Anexo 11, la categoría de consumo correspondiente a “Papel, cartón y sus manufacturas” supone la de mayor peso con el 74,4% de la huella. Igual que ocurría anteriormente, la componente energética de la huella vuelve a ser la más importante con un peso del 88% frente a la componente natural.

ORIGEN DE LA HUELLA	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/año
EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	0,00	0,00	0,00	0,00
EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	0,00	0,00	0,00	0,00
OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	127,99	17,48	145,47	0,00
• MATERIALES Y SERVICIOS	116,39	0,00	116,39	0,00
Materiales	114,92	0,00	114,92	0,00
Obra	0,00	0,00	0,00	0,00
Servicios	1,47	0,00	1,47	0,00
• RECURSOS FORESTALES	11,57	17,47	29,04	0,00
• RECURSOS AGROPECUARIOS	0,00	0,00	0,00	0,00
• AGUA	0,00	0,00	0,00	0,00
• RESIDUOS	0,03	0,01	0,04	0,00
Residuos no peligrosos	0,00	0,00	0,00	0,00
Residuos peligrosos	0,03	0,01	0,04	0,00
• USOS DE SUELO	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	127,99	17,48	145,47	0,00
HUELLA NETA	145,47			

Tabla 4.30 Huella Ecológica correspondiente a los Departamentos por categorías de consumo

**Huella Ecológica según categorías contables**

En la Tabla 4.31 se muestra el resumen de la HE asociada a los gastos económicos en los Departamentos distribuida por artículos. En este caso, el artículo 22 es el que presenta mayor porcentaje de la huella, con el 86,5% del total, seguido del artículo 62 con el 12,3% de la huella. Es también el artículo 22 el que presenta mayor huella por unidad monetaria invertida.

ARTÍCULO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €	CONTRAHUELLA
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€	haG/año
Artículo 21	1,73	0,04	1,77	0,000409	0,00
Artículo 22	110,27	15,49	125,76	0,002554	0,00
Artículo 23	0,02	0,00	0,02	0,000066	0,00
Artículo 62	15,95	1,94	17,88	0,000585	0,00
Artículo 63	0,00	0,00	0,00	---	0,00
TOTAL	127,96	17,47	145,43	0,001723	0,00

Tabla 4.31 Resumen de la Huella Ecológica asociada a los gastos generales de los Departamentos por artículos

El artículo 21 contiene una huella pequeña, concentrada principalmente en los conceptos 213 y 215, como se muestra en la Tabla 4.32.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
212	0,00	0,00	0,00	---
213	1,52	0,00	1,52	0,000399
214	0,00	0,00	0,00	---
215	0,15	0,04	0,19	0,000733
216	0,06	0,00	0,06	0,000229
TOTAL	1,73	0,04	1,77	0,000409

Tabla 4.32 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 21

Dentro del artículo 22, como se ve en la Tabla 4.33 el concepto 220 es el que presenta un peso predominante ya que su HE asociada supone el 81,8% de la huella correspondiente a dicho artículo. Como se muestra en la Tabla 1 del Anexo 12, vuelven a ser los subconceptos 220.02 y 220.00 los que mayor huella presentan, suponiendo la huella del primero el 78,2% del total del concepto y la del segundo el 21,7%. La huella asociada al consumo de tintas de impresión, cuya clave es 220.02.1, es la principal responsable de esta huella, ya que su aportación supone el 75,5% de la HE del concepto o lo que es lo mismo, el 53,4% de la HE total de los Departamentos, tal y como se desprende de la Tabla 3 del Anexo 12. Siguiendo al concepto 220 se encuentra el concepto 221, cuya huella se concentra en el subconcepto 221.10 correspondiente a material de laboratorio no inventariable, siendo los productos químicos los que mayor proporción de huella llevan asociados.



4. RESULTADOS

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
220	92,20	10,74	102,93	0,003545
221	15,12	2,85	17,97	0,001395
222	0,00	0,00	0,00	---
223	0,35	0,00	0,35	0,000188
224	0,00	0,00	0,00	---
225	0,00	0,00	0,00	---
226	0,94	0,00	0,94	0,000273
227	1,66	1,91	3,56	0,001785
TOTAL	110,27	15,49	125,76	0,002554

Tabla 4.33 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 22

Al igual que en casos anteriores, la contribución del artículo 23 vuelve a ser muy reducida, concentrándose esta en el concepto 230, como se muestra en la Tabla 4.34

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
230	0,02	0,00	0,02	0,000066
231	0,00	0,00	0,00	---
TOTAL	0,02	0,00	0,02	0,000066

Tabla 4.34 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 23

La contribución del artículo 62 se concentra en el concepto 620 como se muestra en la Tabla 4.35. En este caso, la huella se reparte más homogéneamente entre los subconceptos que componen el concepto, siendo el 620.07 el que presenta mayor porcentaje de huella, como se ve en la Tabla 6 del Anexo 12.

CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
620	15,95	1,94	17,88	0,000585
TOTAL	15,95	1,94	17,88	0,000585

Tabla 4.35 Huella Ecológica de los Departamentos asociada a los gastos en el artículo 62



4. RESULTADOS

En la Figura 4.14 se compara la HE de los distintos conceptos expresada tanto en hectáreas globales como en hectáreas globales por unidad monetaria. El concepto 220 es claramente el que mayor HE presenta, seguido de los conceptos 221, 620 y 227. Atendiendo a la carga de huella por unidad monetaria vuelve a ser el 220 el que mayor valor presenta seguido de los conceptos 227, 221, 215 y 620.

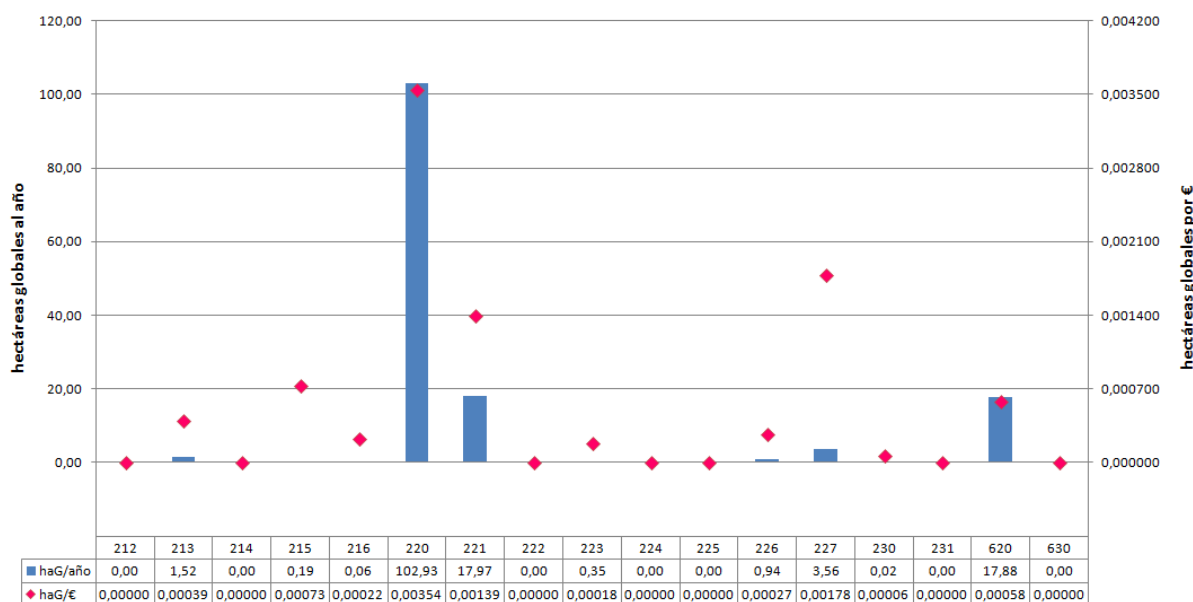


Figura 4.14 Huella Ecológica y carga de haG por unidad económica invertida correspondiente a los gastos generales de los Departamentos según conceptos



4.3.3. Huella Ecológica agregada de la E.T.S.I. de Montes

Huella Ecológica según categorías de consumo

Una vez agregados los datos correspondientes a la HE de la Escuela y de los Departamentos, el resultado se muestra en la Tabla 4.36. Como ocurría en el caso de la HC, corresponde al Alcance 3 la mayor proporción de huella con el 60,6% del total, seguido por el Alcance 2 con el 33%. Dentro del Alcance 3 resulta capital la aportación del epígrafe correspondiente a “Materiales y servicios” con el 61,1% de la huella del Alcance. El subepígrafe correspondiente a “Materiales” es el que mayor peso tiene. En este caso destaca la contribución de los “Recursos forestales” con un porcentaje del 31,8% respecto del total del alcance. La contrahuella se concentra en los usos de suelo, sin embargo supone una cuantía insignificante frente al total de la HE. De nuevo hay que destacar el papel determinante de la componente energética de la huella frente a la componente natural, siendo esta claramente minoritaria.

ORIGEN DE LA HUELLA	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/año	haG/hab. y año
EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	60,46	0,00	60,46	0,00	0,043
EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	312,85	0,02	312,86	0,00	0,225
OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	409,49	165,49	574,98	3,94	0,413
• MATERIALES Y SERVICIOS	344,64	6,60	351,24	0,00	0,252
<i>Materiales</i>	310,93	0,00	310,93	0,00	0,223
<i>Obra</i>	12,02	6,60	18,62	0,00	0,013
<i>Servicios</i>	21,69	0,00	21,69	0,00	0,016
• RECURSOS FORESTALES	64,20	118,79	182,99	0,00	0,131
• RECURSOS AGROPECUARIOS	0,50	7,25	7,75	0,00	0,006
• AGUA	0,00	23,53	23,53	0,00	0,017
• RESIDUOS	0,15	0,02	0,17	0,00	0,000
<i>Residuos no peligrosos</i>	0,12	0,01	0,13	0,00	0,000
<i>Residuos peligrosos</i>	0,03	0,01	0,04	0,00	0,000
• USOS DE SUELO	0,00	9,31	9,31	3,94	0,007
TOTAL	782,80	165,51	948,30	3,94	0,681
HUELLA NETA			944,36		0,678

Tabla 4.36 Resumen de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes por categorías de consumo



4. RESULTADOS

En este caso, la máxima contribución a la HE agregada vuelve a ser ejercida por la Escuela, tal y como se muestra en la Figura 4.15.

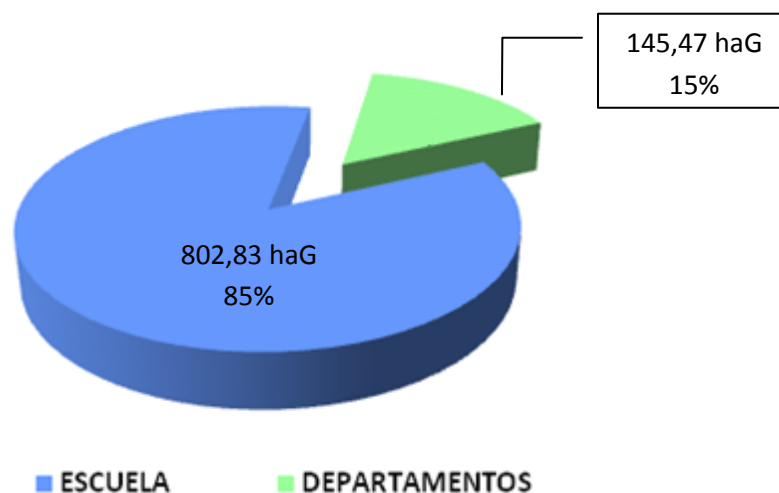


Figura 4.15 Reparto de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresada en hectáreas globales y porcentaje respecto al total de la huella

En cuanto a la naturaleza de la huella vuelve a quedar patente que la principal componente de la huella es la energética, ya que como muestra la Figura 4.16 supone el 83% de la HE total agregada, reservándose solo el 17% para la componente natural.

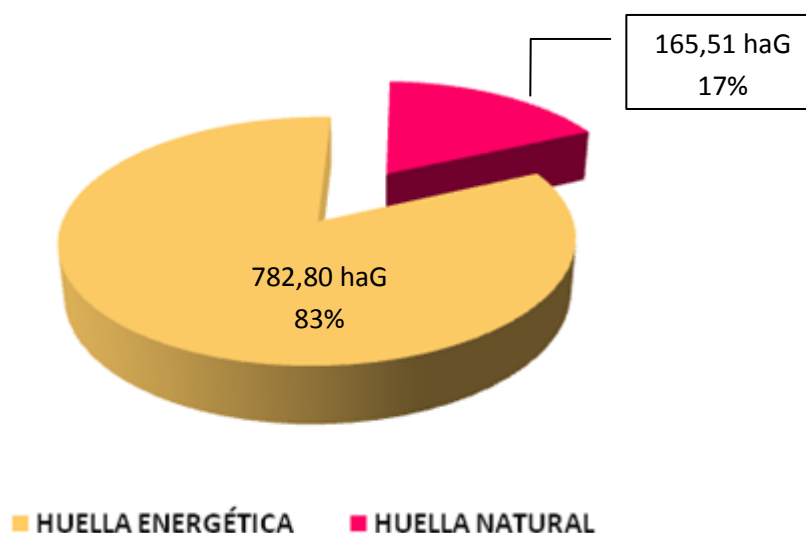


Figura 4.16 Reparto de las componentes energética y natura de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes expresado en hectáreas globales y en porcentaje respecto al total de la huella

En la Figura 4.17 se muestra el reparto de la HE por alcances según Escuela y Departamentos. Igual que ocurría en el caso de la HC, a la Escuela se le imputa la mayor parte de la huella agregada, siendo mayoritaria la aportación del Alcance 3, en el cual los Departamentos contribuyen con 145 hectáreas globales.

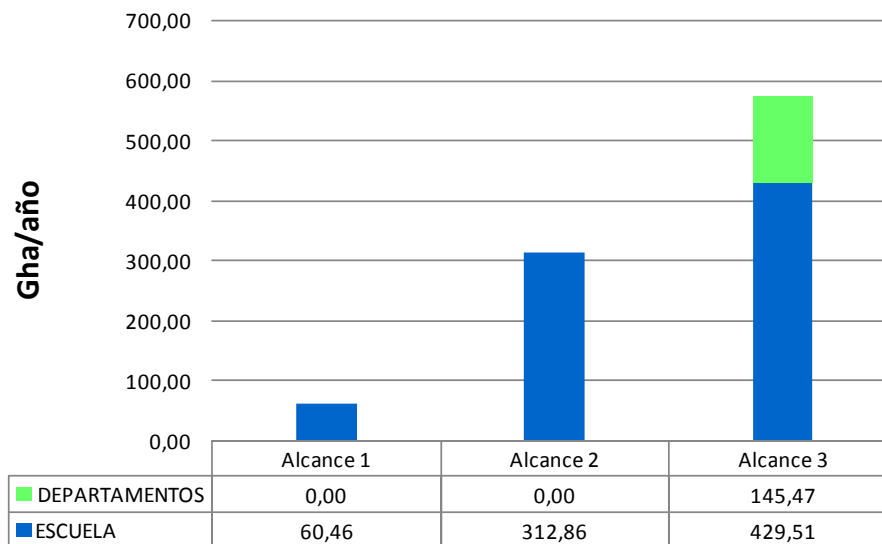


Figura 4.17 Reparto de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según alcances

Si profundizamos en el análisis del Alcance 3 desagregándolo en sus correspondientes epígrafes se comprueba que la HE correspondiente a “Materiales y servicios” es la mayor de todas, superando incluso la huella asociada al Alcance 2, como se muestra en la Figura 4.18. La aportación de los Departamentos resulta importante, ya que supone el 33% de la huella del epígrafe. También destaca la HE asociada a los “Recursos forestales”, en la que la Escuela es principal protagonista.

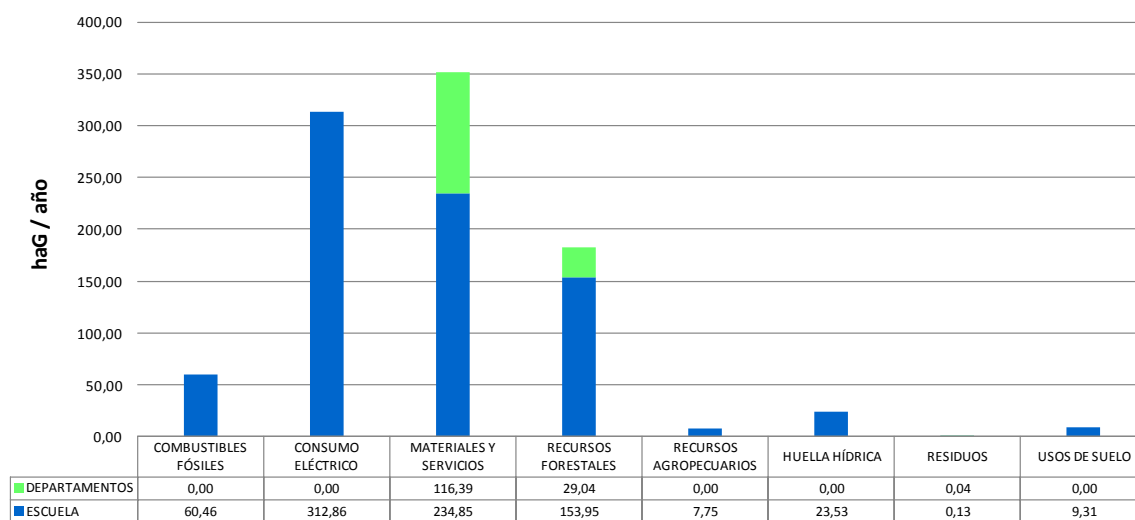


Figura 4.18 Reparto de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo

Expresando gráficamente el peso de cada uno de los Alcances en la HE total, tal como se muestra en la Figura 4.19, se comprueba que el gráfico se desplaza claramente hacia el eje constituido por el alcance 3, seguido del alcance 2, siendo el patrón de la HE agregada muy similar al de la Escuela pero de mayor entidad gracias a la contribución de los Departamentos.

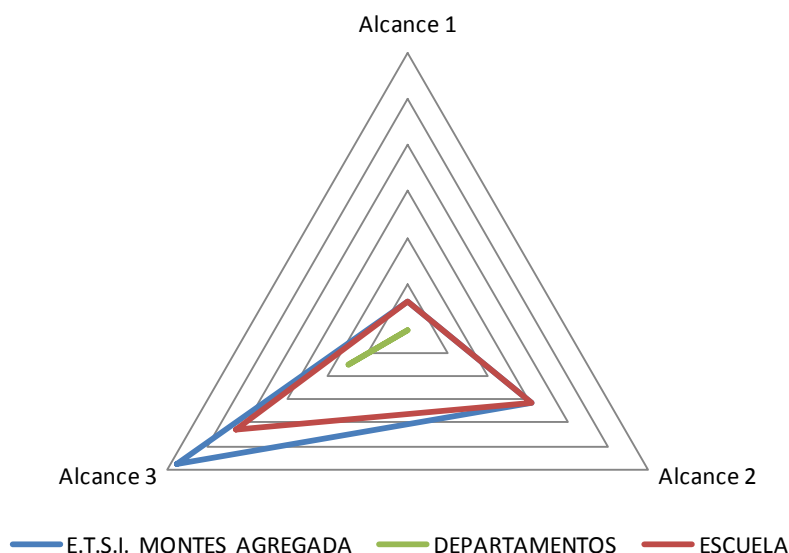


Figura 4.19 Comparativa del perfil de la Huella Ecológica según alcances en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes

En la Figura 4.20 se muestra el perfil que adquiere la HE según epígrafes de consumo, incluyendo en el mismo nivel emisiones directas y emisiones indirectas de origen eléctrico. Como ocurría en el caso de la HC, el perfil muestra su principal inclinación hacia los ejes constituidos por el consumo eléctrico, recursos forestales y materiales y servicios, siendo este último el que presenta mayor peso. Queda patente la influencia que ejerce la huella de la Escuela en el perfil agregado, dada la similitud que muestran ambos perfiles. Hay que destacar la gran similitud que muestran los perfiles representados para la HE y para la HC. Esto se debe a que ambos indicadores miden el impacto generado por el patrón de consumo de recursos establecido. La HC expresa este impacto en términos de emisiones de CO_2 mientras que la HE lo hace en términos de superficie bioproductiva.

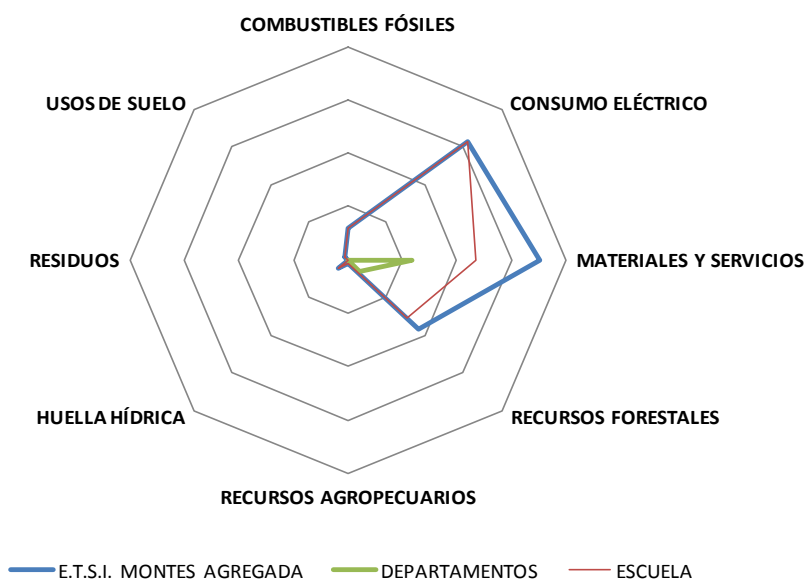


Figura 4.20 Comparativa del perfil de Huella Ecológica en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según categorías de consumo

**Huella Ecológica según conceptos contables**

A continuación se muestran los resultados de HE agregada según conceptos contables. Como se muestra en la Tabla 4.37 el artículo 22 presenta la mayor proporción de HE seguido del artículo 63 y del artículo 62. Igualmente, el artículo que presenta mayor huella por unidad monetaria vuelve a ser el 22 seguido de nuevo del 63 y del 62. El concepto que presenta mayor cuantía de HE es el 221, seguido del 220, del 630 y del 620. Si atendemos a la carga de huella por unidad monetaria invertida es el concepto 220 el que presenta mayor valor, seguido del 221, del 227 y del 212. Estos resultados muestran que estos conceptos son los que resultan claves para poder explicar la HE agregada de la E.T.S.I de Montes y en su gestión acertada reside la capacidad de reducir la huella.

ARTÍCULO	CONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CARGA DE haG por €
		haG/año	haG/año	haG/año	haG/€
21	212	36,95	0,58	37,53	0,001048
	213	6,73	0,00	6,73	0,000235
	214	0,27	0,00	0,27	0,000314
	215	1,13	0,32	1,45	0,000733
	216	0,26	0,00	0,26	0,000229
Subtotal		45,34	0,90	46,24	0,000676
22	220	166,97	56,27	223,24	0,003405
	221	412,36	40,24	452,60	0,001543
	222	3,36	0,00	3,36	0,000098
	223	0,35	0,00	0,35	0,000188
	224	0,03	0,00	0,03	0,000038
	225	0,00	0,00	0,00	---
	226	12,24	6,82	19,06	0,000340
	227	15,66	10,24	25,91	0,001484
Subtotal		610,97	113,57	724,54	0,001544
23	230	0,70	0,00	0,70	0,000105
	231	0,33	0,00	0,33	0,000216
Subtotal		1,03	0,00	1,03	0,000126
62	620	59,06	23,18	82,24	0,000694
63	630	66,24	18,52	84,77	0,000822
TOTAL		782,65	156,18	938,82	0,001223

Tabla 4.37 Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos contables

A continuación, se muestra el perfil de la HE agregada de la E.T.S.I. de Montes distribuida según conceptos contables. Como ve en la Figura 4.21 el perfil se compone de dos ramas principales en las cuales se distribuye la HE agregada. La primera rama principal y más importante de las dos desplaza claramente hacia los conceptos 220 y 221, siendo este último el que mayor peso tiene dentro del perfil. La segunda rama principal del perfil se orienta hacia



4. RESULTADOS

el sector en el que cobran protagonismo los conceptos 620, 630 y 212. Una tercera rama, mucho más pequeña que las anteriores, se inclina hacia el sector donde se sitúan los conceptos 226 y 227.

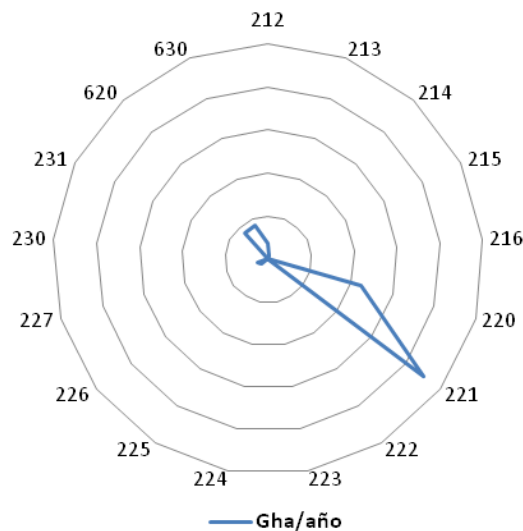


Figura 4.21 Perfil de la Huella Ecológica agregada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos

La figura anterior se explica principalmente por el comportamiento que adquieren dos variables a tener en cuenta. La primera de ellas es la cuantía económica invertida en cada concepto y la segunda es la carga de huella por unidad monetaria invertida. De esta manera, la Figura 4.22 muestra el perfil gráfico de esta primera variable para el conjunto agregado de la E.T.S.I. de Montes. Puede apreciarse la gran similitud con el perfil mostrado en la Figura 4.21, sin embargo existen algunas diferencias que es importante destacar. La primera es el mayor tamaño adquirido por la segunda rama principal y la tercera rama que resultan ser mucho más importantes frente a la rama principal que en el perfil de la HE agregada. La segunda diferencia es la menor repercusión del concepto 220 dentro de la rama principal.

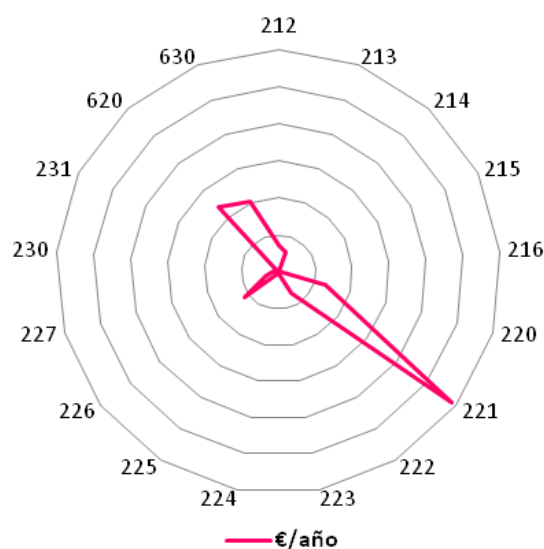


Figura 4.22 Perfil de la inversión de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos



4. RESULTADOS

Ambas diferencias se explican teniendo en cuenta la segunda variable mencionada, la carga de huella por unidad monetaria invertida. Si observamos la Figura 4.23, el perfil se desplaza claramente hacia el concepto 220, lo que compensa la menor inversión económica en este artículo desplazando la grafica que muestra la HE agregada. El concepto 221 presenta también una elevada carga de huella por unidad económica lo que, en unión con la importante cuantía que se destina a este concepto, hace que sea el que mayor HE presente. De igual manera, los conceptos 620 y 630 presentan menor peso en el perfil mostrado en la Figura 4.23, lo que explica que disminuya su importancia de la Figura 4.22 a la Figura 4.21.

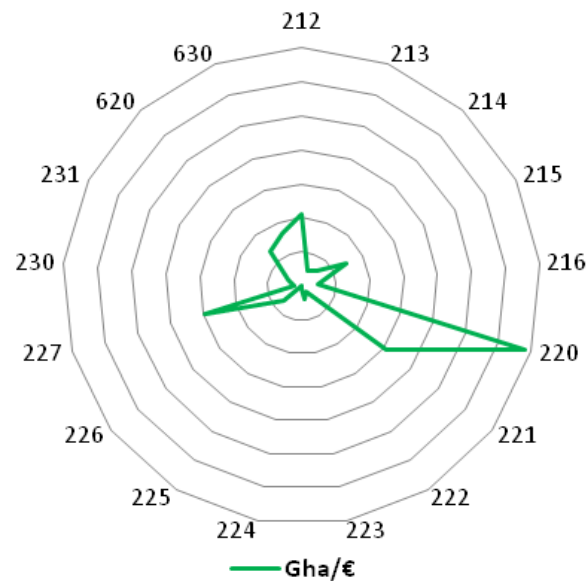


Figura 4.23 Perfil de la carga de hectáreas globales por unidad económica invertida en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes según conceptos



4.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Adicionalmente, fruto de la experiencia adquirida en el trabajo se ha desarrollado un cronograma que refleja las fases y unidades de trabajo necesarias para planificar un cálculo de HC y HE en cualquier centro perteneciente a la U.P.M. Este cálculo debería dividirse en cuatro fases, dentro de las cuales se especifican las diferentes unidades de trabajo a realizar:

Fase 1. Inventario: Constituye la fase extensa del cálculo de HC y HE, para la que se han estimado un total de 43 días de trabajo. Durante esta fase se realizarán los tres inventarios necesarios para el cálculo de HC y HE. Por tanto, las unidades de trabajo contenidas en esta fase serán:

- Inventario económico: esta unidad de trabajo consiste en la recogida de la información económica procedente de la facturación emitida por el centro en estudio y por sus correspondientes Departamentos. Para esta unidad de trabajo se han estimado un total de 35 días de trabajo.
- Inventario de residuos: esta unidad de trabajo consiste en la recogida de la información necesaria para determinar los residuos urbanos y los residuos peligrosos. Se han estimado 6 días de trabajo, que podrán distribuirse en el tiempo según se planifique en el diseño del inventario.
- Inventario de usos de suelo: esta unidad de trabajo consiste en la recopilación de la información necesaria para determinar los usos de suelo en el centro en estudio. Para esta unidad de trabajo se han estimado un total de 2 días de trabajo.

Fase 2. Análisis del inventario: Una vez recogida toda la información necesaria para el cálculo, en esta fase se procede a su análisis y procesado. Esta fase se divide en dos unidades de trabajo, a las que se destinan un total de 11 días de trabajo:

- Análisis y procesado de la información de consumo: en esta fase se lleva a cabo el análisis de la facturación con el objetivo de establecer la categoría contable artificial de “unidad de material”. Posteriormente se reorganizan todos los consumos según categorías contables. Para esta unidad de trabajo se han estimado un total de 10 días de trabajo.
- Análisis y procesado de la información de residuos y usos de suelo: en esta fase se procesa la información procedente del muestreo de residuos así como de las fuentes consultadas para establecer los usos de suelo. Como resultado de esta unidad de trabajo se obtendrán los valores de superficie ocupada por cada uso de suelo y la cantidad de residuos generados expresados en toneladas. Para esta unidad de trabajo se han estimado 1 día de trabajo.

Fase 3. Cálculo y análisis de resultados: una vez procesada la información, en la esta fase se llevará a cabo el cálculo y análisis de la HC y HE obtenidas, para lo cual se destinarán un total de 11 días de trabajo repartidos en 3 unidades de trabajo:



- Adaptación de la herramienta Excel: esta unidad de trabajo consiste en la revisión y reasignación de la correspondencia entre las categorías de consumo establecidas en la matriz de consumos-superficies y las categorías contables. Así mismo se ajustarán los valores de los factores de transformación intermedios. Para esta unidad de trabajo se han estimado un total de 5 días de trabajo.
- Cálculo de la HC y la HE: esta unidad de trabajo consiste en el empleo de la herramienta Excel adaptada para la obtención de los resultados de la HC y la HE. Durante esta etapa se empleará la información obtenida en la fase 2. Para esta unidad de trabajo se ha estimado 1 día de trabajo.
- Análisis de los resultados: esta unidad de trabajo consiste en determinar aquellos factores clave que influyen en la caracterización de la huella calculada. De esta manera se determinarán las categorías de consumo con mayor participación en la huella, así como las categorías contables con mayor huella asociada, tanto para el centro como para los Departamentos. Para esta unidad de trabajo se han estimado 5 días de trabajo.

Fase 4. Informe: esta es la fase final y cuenta con una única unidad de trabajo consistente en la elaboración de un informe en el que se detallen los valores registrados de HC y HE, así como una valoración de estos resultados, sus posibles causas y una serie de recomendaciones que tengan como objetivo la reducción de la huella calculada.

En la Figura 1 del anexo 13 se muestra el cronograma gráfico de actividades en el cual se resume lo expuesto anteriormente.



5. DISCUSIÓN

5.1. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL MC3 COMO BASE DE CÁLCULO

Dado el importante elenco de metodologías para calcular la HE y sobre todo la HC, y ante la ausencia de una norma ISO que estandarice el procedimiento de cálculo de la huella, se ha elegido el “*método compuesto de las cuentas contables*” (MC3) como método base de cálculo. Esta decisión se fundamenta en el resultado de un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) cuya matriz se muestra en la Figura 5.1

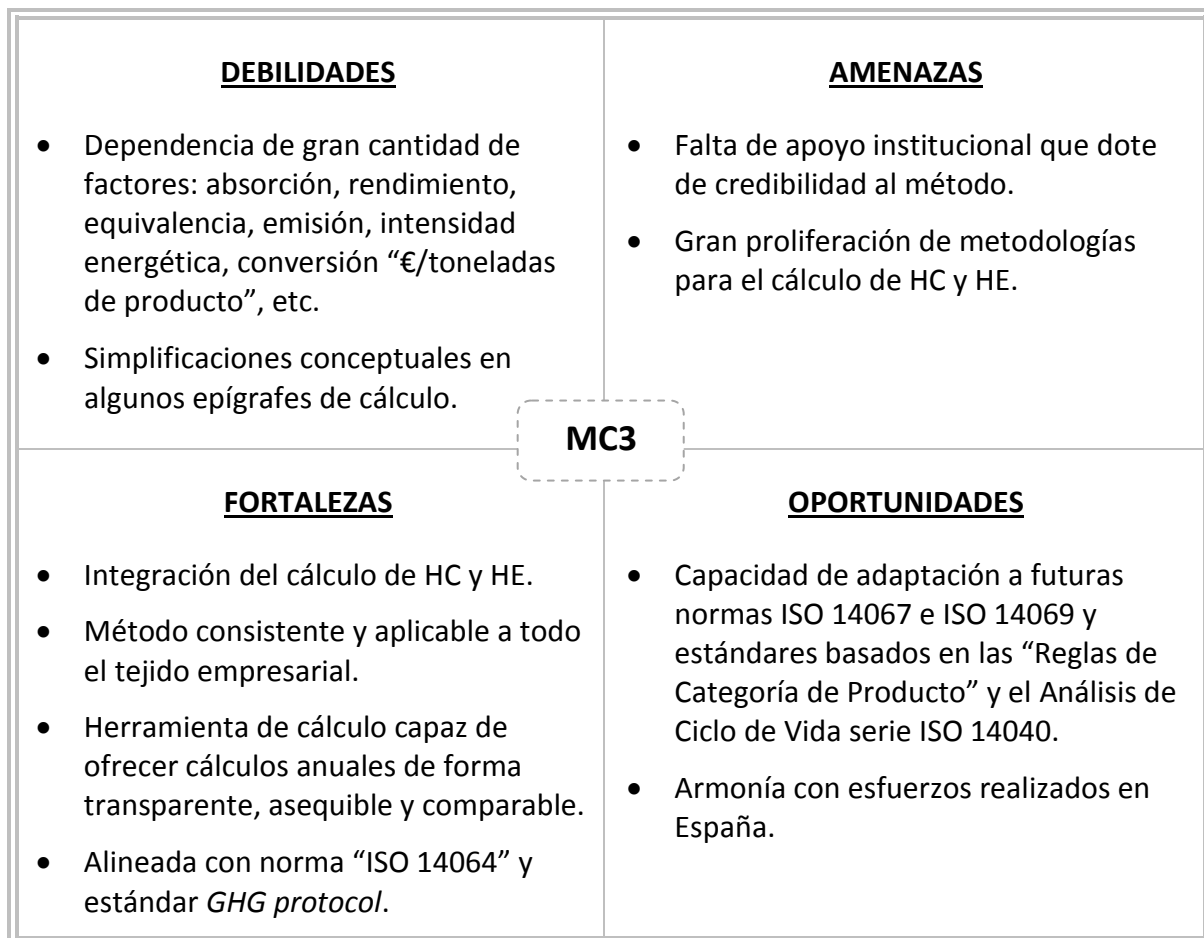


Figura 5.1 Matriz DAFO para la justificación de la metodología MC3

Valoración general

MC3 es considerado una herramienta válida para garantizar el éxito de la HC en nuestra sociedad a fin de cambiar tanto nuestros patrones de producción como nuestros hábitos de consumo. En la Figura 5.1 se han podido identificar una serie de fortalezas asociadas a la decisión de emplear el MC3 como método base. En primer lugar, este método refleja claramente la interdependencia que la HE y HC experimentan. El impacto que reflejan ambos indicadores deriva de un problema asociado al patrón de consumo de bienes y servicios adquiridos, por tanto, para poder describir plenamente el impacto producido por este



problema es necesario abordarlo desde las perspectivas que ofrecen cada uno de los indicadores: emisiones de GEI y demanda de recursos. La mayor parte de los métodos de cálculo no tienen en cuenta este hecho y se centran únicamente en la estimación de las emisiones de GEI. Sin embargo, el MC3 recoge los dos enfoques de este problema, estableciendo la relación entre ambos indicadores (retroalimentación de las componentes energética y natural), e integrándolos en su método de cálculo. Además cuenta con un importante fundamento teórico basado en los trabajos de Wackernagel y Rees (1996) para el cálculo de HE que le dota de una gran consistencia. Por otro lado, resulta aplicable a todo tipo de bienes y servicios, siendo capaz de alcanzar todo el tejido productivo, tanto en el ámbito del sector público como del sector privado.

Además, el MC3 cuenta con una herramienta de cálculo que resulta sencilla de manejar y que permite automatizar los cálculos facilitando la obtención de una huella transparente y asequible, con capacidad de abarcar la totalidad del Alcance 3. La flexibilidad implementada en el diseño de esta herramienta permite introducir los cambios necesarios para ser adaptada a cualquier tipo de organización, habiéndose procurado además un alineamiento con dos de los estándares internacionales más importantes en el ámbito del cálculo de emisiones de CO₂: la norma “ISO 14064” y el “*GHG Protocol*” británico.

Por otro lado, la elección del MC3 presenta una serie de debilidades, tal como se muestra a continuación. En primer lugar, la precisión del cálculo depende en gran medida de diversos factores de transformación, principalmente de los factores de “intensidad energética” y de transformación de “€ a toneladas” de producto. La elección de unos factores poco precisos, muy generales o incorrectos puede acarrear resultados desajustados en ambos indicadores. Sin embargo, hay que decir que en el caso de los factores de intensidad energética, se encuentran en constante revisión y pueden ser sustituidos por valores más precisos; y en el caso de los factores de transformación de “€ a toneladas”, el empleo de la matriz de capítulos arancelarios es solo una solución para dar respuesta a la ausencia de una contabilidad analítica, lo que significa que en el caso de contar con ésta pueden emplearse los valores obtenidos de consumo en toneladas. Además, las bases de datos de comercio exterior son de acceso público, lo que permite actualizar este factor cada año. Si bien es cierto que algunos aspectos conceptuales del método pueden resultar cuestionables, la flexibilidad con la que cuenta permite establecer, en los casos en que sea necesario, modelos cálculo de huella que respondan con mayor fidelidad a la realidad del impacto producido.

La principal amenaza a la que se enfrenta la elección de este método es la posible falta de apoyo institucional que de pueda dar credibilidad al método frente a la proliferación actual de metodologías de cálculo. Sin embargo, en este sentido hay que destacar que se trata de una metodología avalada por la OSE “Observatorio de la Sostenibilidad en España” ya que este organismo ha homologado el MC3 como metodología para el cálculo en su “Sistema de Compromisos Voluntarios de Reducción de Emisiones” (OSE, 2011).

Por último, la elección del MC3 brinda una serie de oportunidades que han de tenerse en cuenta. En primer lugar, la flexibilidad que caracteriza al método le proporciona capacidad de adaptación a las futuras normas ISO 14067 e ISO 14069 y a los estándares basados en las “Reglas de Categoría de Producto” y el Análisis de Ciclo de Vida (ISO 14040). En este



sentido, han surgido diversos esfuerzos a nivel nacional que tratan de potenciar el MC3 como herramienta de cálculo de HC y HE, como son el “Grupo Interdisciplinar de Huella de Carbono” y la iniciativa “Carbonfeel”, plataforma compuesta por diversas organizaciones y universidades españolas, cuyo objetivo es establecer un ecoetiquetado transparente, accesible y comparable, aplicable tanto a organizaciones como a productos, basado en el uso de las tecnologías de la información y que cuenta con el MC3 como herramienta base de cálculo.

Con todo lo expuesto anteriormente, la elección del MC3 como metodología base de cálculo en este Proyecto Fin de Carrera queda claramente justificada, en gran medida gracias a las fortalezas y oportunidades que otorga esta decisión y a la atenuación de las debilidades y amenazas mostradas en la argumentación propuesta.



5.2. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO Y LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA ESCUELA Y DE LOS DEPARTAMENTOS

La HC y HE son dos potentes indicadores que, gracias a la adaptación propuesta de la herramienta Excel proporcionada por el MC3 al caso práctico de la E.T.S.I. de Montes, han permitido realizar un análisis con gran nivel de detalle del impacto generado por el patrón de consumo establecido en la E.T.S.I. de Montes. Con el fin de demostrar el potencial de estos indicadores, en este epígrafe se va a hacer un detallado análisis de los resultados de HC y HE obtenidos en el estudio de la E.T.S.I. de Montes considerando las unidades “Escuela” y “Departamentos”, con el objetivo de encontrar semejanzas y diferencias en el impacto generado por ambas.

5.2.1. Análisis de la Huella de Carbono de la Escuela y de los Departamentos

La adaptación propuesta para la herramienta del MC3 permite expresar los resultados de la huella según categorías contables o según categorías de consumo, según se quiera analizar la huella desde una perspectiva económica o una perspectiva de consumo de recursos. Para poner de manifiesto las ventajas que supone este doble enfoque, en este epígrafe se van a analizar los resultados obtenidos de la HC según es las dos perspectivas, haciendo lo propio en el epígrafe correspondiente a HE.

Análisis de la Huella de Carbono según categorías contables

Como se pudo ver en el capítulo correspondiente a resultados, la HC atribuida a la Escuela es mucho mayor que la correspondiente a los Departamentos. Este hecho se debe principalmente a que la cuantía de la inversión económica en la Escuela supera ampliamente a la de los Departamentos. Aún así, existen peculiaridades en ambos patrones de emisiones que conviene identificar y analizar para poder establecer las conclusiones adecuadas.

En primer lugar hay que decir que aunque la HC es mayor en la Escuela que en el conjunto de los Departamentos, la carga de CO₂ por € invertido en la Escuela es menor que en los Departamentos, por lo que en términos de emisiones de CO₂ resulta ser más eficiente la Escuela que los Departamentos. Efectivamente, observando la Tabla 5.1 puede verse que la carga total de CO₂ por € invertido es mayor en el conjunto de los Departamentos. Sin embargo, no sucede lo mismo en todos los artículos. Observando la citada tabla puede verse que el patrón de consumo de la Escuela es más eficiente que el de los Departamentos únicamente en el artículo 22, correspondiente a “Materiales suministros y otros”. En el resto de artículos no sucede lo mismo. Es por ello que el análisis del artículo 22 se desarrollará en mayor detalle que el resto.



5. DISCUSIÓN

ARTÍCULOS	ESCUELA			DEPARTAMENTOS		
	HC (t CO ₂ / año)	Inversión (€ sin I.V.A.)	Carga de CO ₂ (t CO ₂ / €)	HC (t CO ₂ / año)	Inversión (€ sin I.V.A.)	Carga de CO ₂ (t CO ₂ / €)
21	129,53	64.077,10	0,002021	5,16	4.328,57	0,001192
22	1.722,97	420.030,25	0,004102	366,29	49.239,40	0,007439
23	2,95	7.949,62	0,000371	0,05	256,33	0,000191
62	187,45	87.969,97	0,002131	52,09	30.580,79	0,001703
63	246,90	103.134,57	0,002394	----	0,00	----
TOTAL	2.289,80	683.161,49	0,003352	423,59	84.405,10	0,005019

Tabla 5.1 Comparativa de la Huella de Carbono, inversión económica y carga de CO₂ por € invertido en Escuela y Departamentos según artículos

En la Figura 5.2 se muestran gráficamente los perfiles de HC y carga de CO₂ por € invertido por artículos para Escuela y Departamentos con el fin de analizar los patrones de consumo. En ambos perfiles se observa como existe cierta tendencia a la semejanza entre Escuela y Departamentos, especialmente a lo que concierne al peso relativo de los artículos 22 y 62. Tanto en la Escuela como en los Departamentos es el artículo 22 el que presenta mayor HC, suponiendo en ambos casos más de las tres cuartas partes de la cuantía total de la huella. Al artículo 22 le sigue en la Escuela el artículo 63, correspondiente a “Inversiones de reposición”. Los Departamentos no presentan gastos en este artículo 63, por lo que al artículo 22 le sigue el artículo 62 correspondiente a “Inversiones nuevas”. Conviene aclarar que este tipo de gráficos tienen como función expresar el patrón de distribución de la HC y de la carga de CO₂ por €, y no expresar descriptivamente la cuantía de ambas magnitudes, por lo tanto, los perfiles de Escuela y Departamentos presentan escalas distintas dentro de cada gráfico.

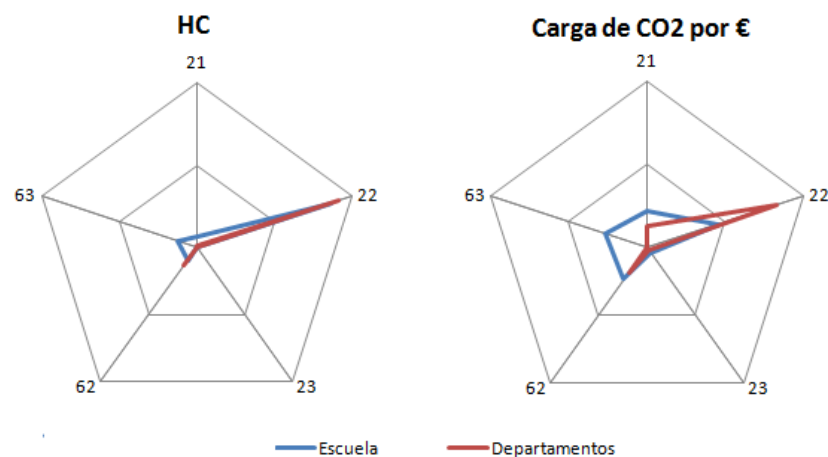


Figura 5.2 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono y carga de CO₂ por € en Escuela y Departamentos por artículos

La similitud en el patrón de distribución de emisiones según artículos puede ser muy diferente cuando bajamos al nivel de concepto. En la Figura 5.3 se muestran los perfiles de HC y carga de CO₂ por € para Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 21 (“Reparaciones, mantenimiento y conservación”). Como puede verse, el perfil de HC es muy distinto en Escuela y Departamentos. En la Escuela, las emisiones se centran principalmente en el concepto 212 (“Edificios y otras construcciones”), seguido del 213 (“Maquinaria

instalaciones y utillaje”); mientras que en los Departamentos se centran en el concepto 213 seguido del 215 (“Mobiliario y enseres”). Algo similar ocurre con los perfiles correspondientes a la carga de CO₂ por €. En la Escuela la carga se reparte entre los cinco conceptos, siendo la correspondiente al concepto 212 la mayor de ellas. Sin embargo, en el caso de los Departamentos destaca claramente la predominancia de los conceptos 215 y 213.

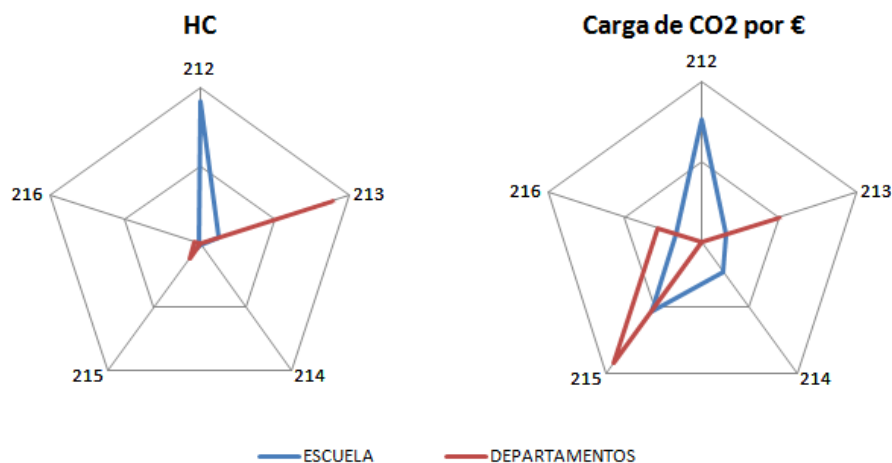


Figura 5.3 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono y carga de CO₂ por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 21

En la Figura 5.4 se muestran los perfiles de HC y carga de CO₂ por € para Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 22 (“Materiales suministros y otros”). Como puede verse, el perfil de HC es muy distinto en Escuela y Departamentos. Dicho perfil se inclina en la Escuela principalmente hacia el concepto 221 correspondiente a “Suministros”, seguido del concepto 220, correspondiente a “Material de oficina”. En los Departamentos ocurre justo lo contrario, ya que el perfil de la HC se inclina principalmente hacia el concepto 220, seguido del 221. Por el contrario, el perfil de la carga de CO₂ por € invertido es muy similar en Escuela y Departamentos, siendo el concepto 220 el que mayor carga de CO₂ presenta, seguido de los conceptos 221 y 227 (“Trabajos realizados por otras empresas”).

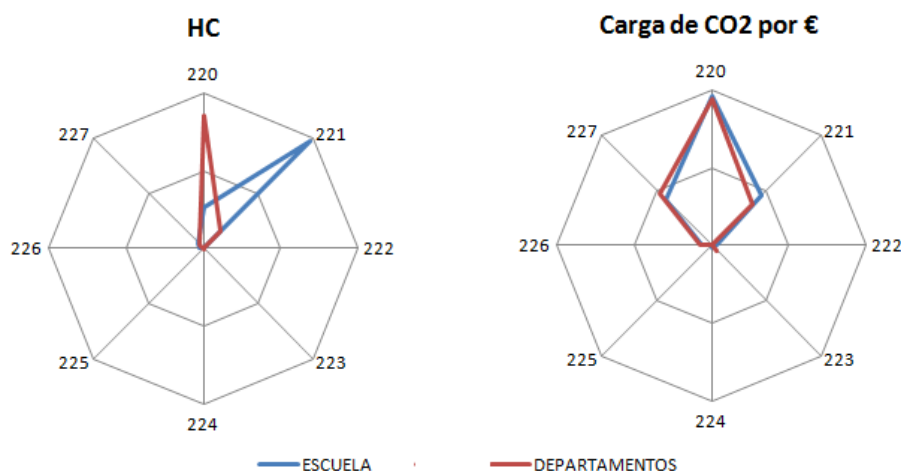


Figura 5.4 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono y carga de CO₂ por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 22

Profundizando en el análisis de la HC del concepto 220 puede observarse que el perfil de distribución de huella a nivel de subconcepto es distinto para Escuela y Departamentos. En la Escuela, el subconcepto 220.00 correspondiente a “Material ordinario no inventariable” es el que presenta mayor proporción de HC, seguido por el subconcepto 220.02, asociado a “Material informático no inventariable”, es decir, tintas de impresión. Sin embargo en los Departamentos se invierte la tendencia, ya que es el subconcepto 220.02 el que acapara gran parte de la HC, seguido, en mucha menor proporción, por el subconcepto 220.00. En este sentido hay que destacar el hecho de que la HC asociada al consumo de tintas de impresión supone casi el doble en los Departamentos que en la Escuela. Por otro lado, la carga de CO₂ por € invertido para Escuela y Departamentos es similar en todos los subconceptos. El subconcepto con mayor carga resulta ser el 220.02, asociado al consumo de tintas de impresión. Es en este subconcepto en el que los Departamentos presentan una fuerte inversión económica, mucho mayor que la de la Escuela, lo cual explica que la carga global de CO₂ por €, asociada al concepto 220 sea mayor en los Departamentos que en la Escuela.

SUBCONCEPTO	HC (t CO ₂ / año)		Carga CO ₂ por € (t CO ₂ / €)	
	ESCUELA	DEPARTAMENTOS	ESCUELA	DEPARTAMENTOS
220.00	228,12	65,17	0,008314	0,005890
220.01	0,76	0,19	0,002998	0,002998
220.02	121,54	234,46	0,013762	0,013090
Total	350,42	299,82	0,009594	0,010325

Tabla 5.2 Comparativa de la Huella de Carbono y carga de CO₂ por € invertido en Escuela y Departamentos por subconceptos correspondientes al concepto 220

Dentro del subconcepto 220.00 puede verse que el patrón de emisiones es muy similar en Escuela y Departamentos. Observando la Figura 5.5 puede verse que en ambos casos la principal cuantía de la HC se desplaza hacia la unidad de material 220.00.1 en el que se representan las emisiones asociadas al consumo de papel. Conviene recordar que la “unidad de material” es una nivel artificial no presente en la estructura contable de la U.P.M., que ha sido añadida de forma artificial con la finalidad de poder identificar el patrón de emisiones en determinados subconceptos que agregaban productos muy diversos, con intensidades energéticas muy diferentes o que englobaban alguna categoría de consumo de especial importancia.

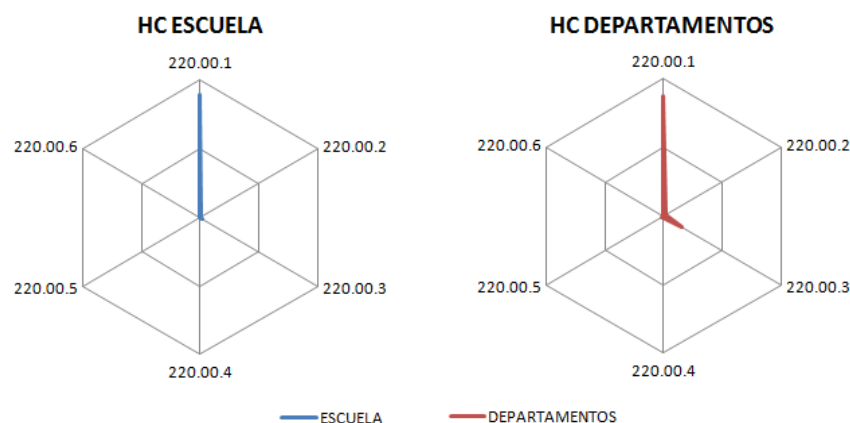


Figura 5.5 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono en Escuela y Departamentos por unidades de material para el subconcepto 220.00

Centrando el análisis en el concepto 221, lo primero que se observa es que el perfil de distribución de la HC es muy distinto en Escuela y Departamentos. Como muestra la Figura 5.6 las emisiones dentro de este concepto se concentran en la Escuela principalmente en el subconcepto 221.00, correspondiente a la categoría de “Energía Eléctrica”, seguido por los subconceptos 221.03 y 221.99, correspondientes a “Combustibles” y “Otros suministros” respectivamente. En el caso de los Departamentos la HC se concentra en el subconcepto 221.10, el cual está vinculado a la categoría de “Material de laboratorio no inventariable”.

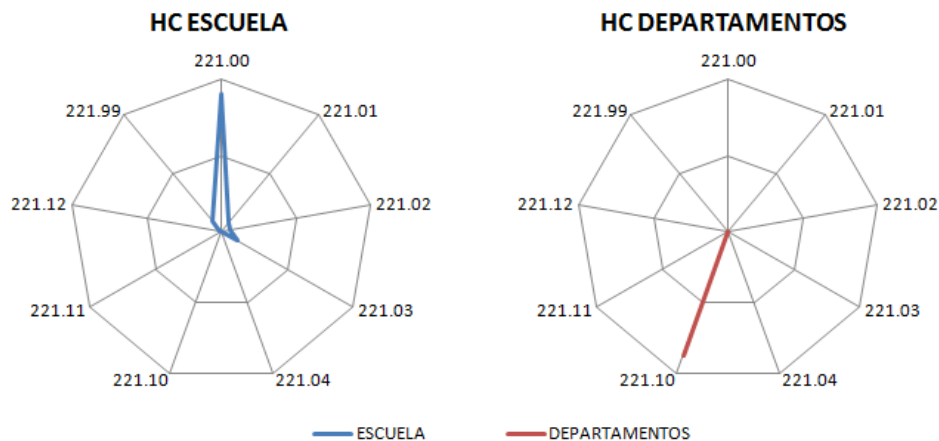


Figura 5.6 Comparativa del perfil de la Huella de Carbono en Escuela y Departamentos por subconceptos para el concepto 221

Como muestra la Figura 5.7, desagregando el subconcepto 221.10 de los Departamentos en sus correspondientes unidades de material, se observa que el perfil de HC se concentra principalmente en torno a tres unidades de material: la unidad 221.10.2, correspondiente a “Productos químicos”, la unidad 221.10.4, correspondiente a “Derivados del plástico” y la 221.10.6, correspondiente a “derivados de la madera”. En cuanto a la carga de CO₂ por € invertido, la principal unidad resulta ser la 221.10.6, seguida de la 221.10.1 (“Derivados del papel”) y la 221.10.4.

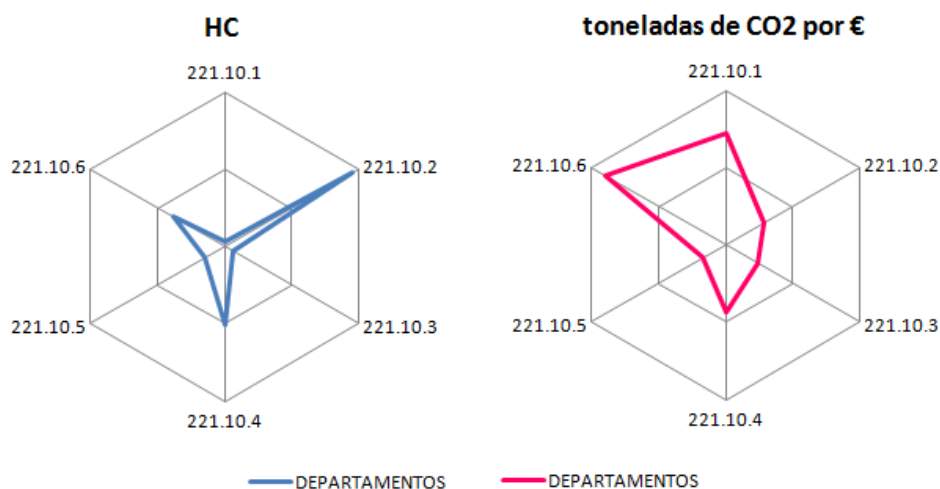


Figura 5.7 Comparativa del perfil de Huella de Carbono y carga de CO₂ por € invertido para las unidades de material correspondientes al subconcepto 221.10 de los Departamentos



5. DISCUSIÓN

Dentro del artículo 62 solo existe inversión en torno al concepto 620 (“Inversión nueva”). Como muestra la Tabla 5.3, tanto la HC como la eficiencia global en términos de CO₂ son mayores en la Escuela que en los Departamentos. Además, el reparto de la HC según subconceptos resulta ser muy distinto en Escuela y Departamentos. En la Escuela, las emisiones se centran en dos subconceptos, el 620.06 y el 620.03, correspondientes a inversión en “Mobiliario y enseres”, y a “Inversión en instalaciones” respectivamente. A estos les sigue el subconcepto 620.07, asociado a “Inversión en equipos informáticos”. Por el contrario, la HC en los Departamentos se reparte principalmente en torno a tres subconceptos: el 620.07, el 620.01, correspondiente a “Inversión nueva en material de laboratorio” y el 620.08 correspondiente a “Inversión nueva en fondos bibliográficos”. Atendiendo a la carga de emisiones por € invertido, el perfil de la Escuela presenta cuatro subconceptos con mayor importancia: el 620.06, el 620.03, el 620.04 (“Inversión nueva en utillaje”) y el 620.07. Por el contrario, el perfil de los Departamentos muestra a los subconceptos 620.08 y 620.01 con mayor carga de CO₂ por €, seguidos por el resto de subconceptos, que presentan una carga similar todos ellos.

SUBCONCEPTO	HC (t CO ₂ / año)		CARGA DE CO ₂ POR € (t CO ₂ / €)	
	Escuela	Departamentos	Escuela	Departamentos
620.01	0,00	13,42	0,000000	0,002378
620.03	63,61	1,72	0,001509	0,001278
620.04	0,10	0,56	0,001278	0,001229
620.06	99,50	4,11	0,003720	0,001384
620.07	24,25	20,92	0,001278	0,001278
620.08	0,00	11,36	0,000000	0,002998
Total	187,45	52,09	0,002131	0,001703

Tabla 5.3 Comparativa de la Huella de Carbono y carga de CO₂ por € invertido en Escuela y Departamentos por subconceptos correspondientes al concepto 620

Si analizamos el subconcepto 620.06 correspondiente a la Escuela observamos en primer lugar que el perfil de la HC, mostrado en la Figura 5.8, se orienta principalmente hacia la unidad de material 620.06.3, denominada “artículos de madera”, seguido por las unidades 620.06.4 y 620.06.2, correspondientes a “Electrónica” y “Derivados del metal”. Se puede observar que existen similitudes con el perfil de la carga de CO₂ por €, con la salvedad de que las unidades 620.06.1 y 620.06.5, correspondientes a “Derivados del plástico” y “Vidrios” cobran mayor protagonismo.

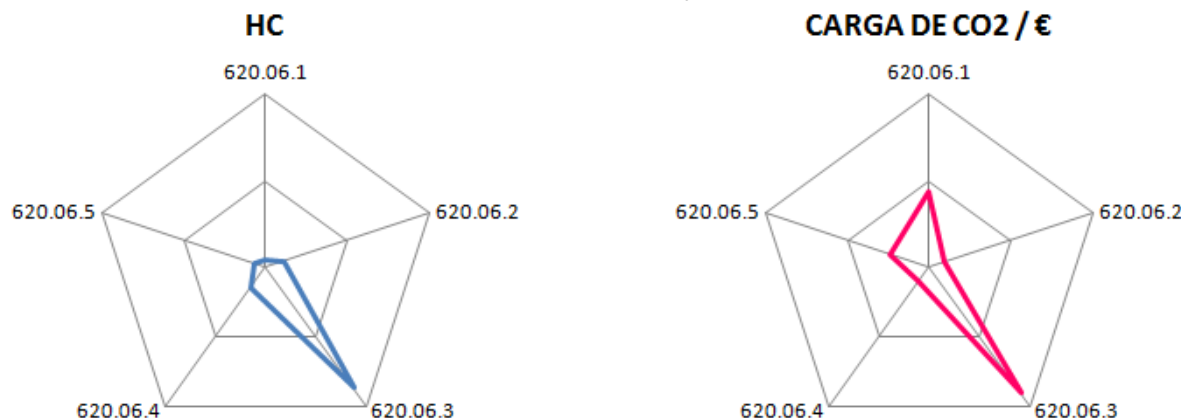


Figura 5.8 Comparativa del perfil de Huella de Carbono y carga de CO₂ por € invertido para las unidades de material correspondientes al subconcepto 620.06 en la Escuela

En la Figura 5.9 se muestra la distribución de la HC de la Escuela y los Departamentos en torno al conjunto de conceptos en los cuales existen emisiones. Puede verse como ambos perfiles están muy polarizados, en la Escuela en torno al concepto 221 y en los Departamentos hacia el concepto 220. En la Escuela, el perfil se completa mostrando la importancia que también tiene, en primer lugar, el concepto 220, seguido por el 630 y el 620. En los Departamentos, el perfil se completa con la influencia del concepto 221, seguido por el 620.

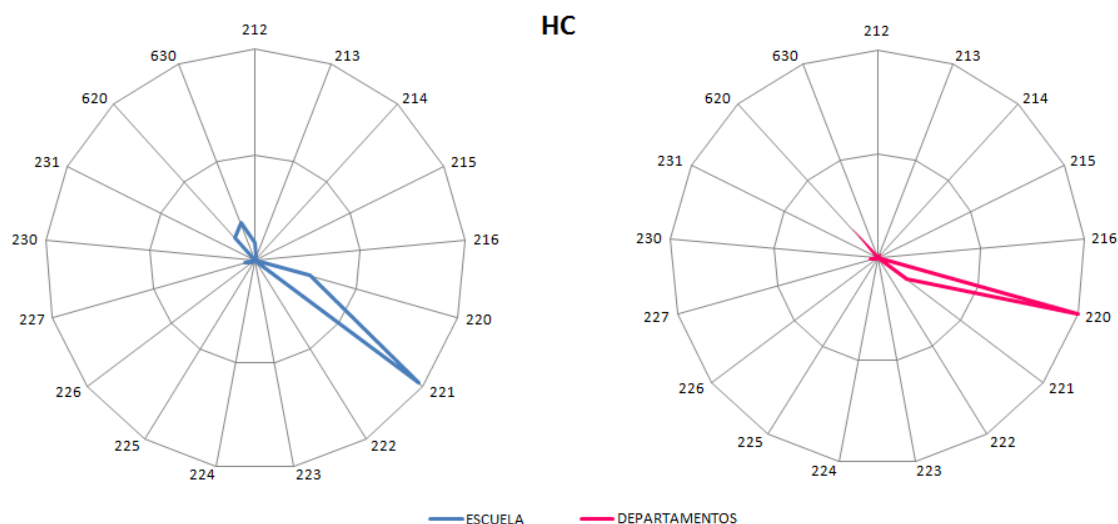


Figura 5.9 Comparativa del perfil de Huella de Carbono por conceptos para Escuela y los Departamentos

Para finalizar, en la Figura 5.10 se muestran los perfiles que adquiere la carga de CO₂ por € tanto en la Escuela como en los Departamentos según conceptos. En general ambos perfiles son muy similares, con la excepción de la influencia de los conceptos 212 y 630, en los cuales no existe inversión en los Departamentos.

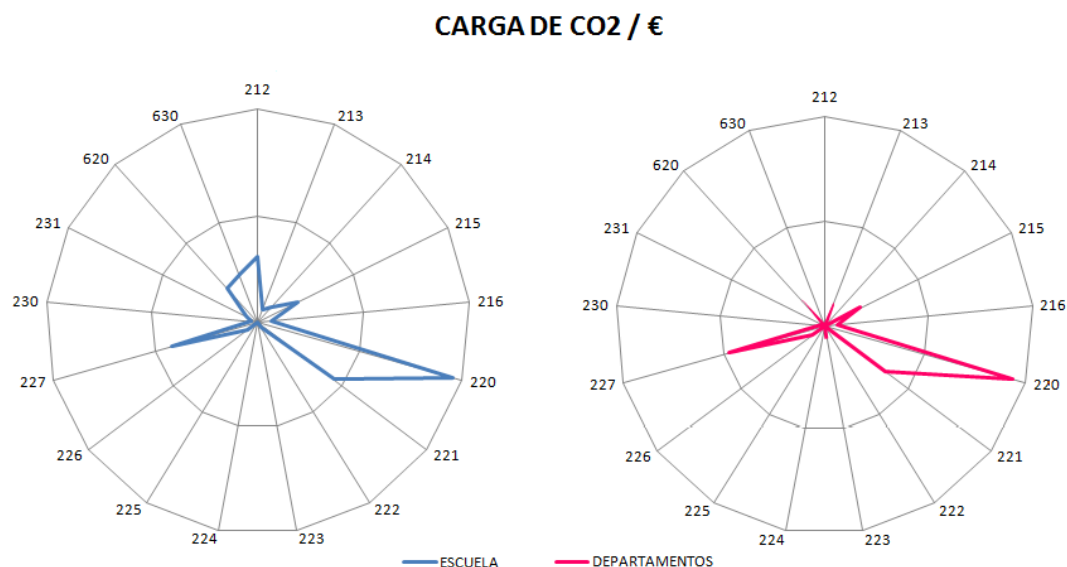


Figura 5.10 Comparativa del perfil de carga de CO₂ por conceptos para Escuela y los Departamentos

Análisis de la Huella de Carbono según categorías de consumo

El método MC3 permite hacer un análisis de los resultados de la huella en función de las categorías de consumo que se proponen. De esta manera se puede comparar las emisiones según estas categorías, pudiendo establecer claramente semejanzas y diferencias entre Escuela y Departamentos. En términos de HC, lo primero que hay que comentar es que la Escuela, al asumir los gastos generales asociados al consumo de gasoil para calefacción, y de energía eléctrica, asume con ellos una importante cuantía de la HC agregada de la E.T.S.I. de Montes. Además, esta es la causa por la que los Departamentos no presentan huella en los Alcances 1 y 2. Profundizando en el Alcance 3, puede verse en la Tabla 5.4 que, tanto en Escuela como en Departamentos, el epígrafe correspondiente a “Materiales y servicios” resulta ser el que mayor HC presenta, gracias a la contribución en ambos casos del subepígrafe correspondiente a “Materiales”. Sin embargo el peso relativo de este epígrafe respecto al Alcance 3 es distinto en cada caso, ya que en el caso de la Escuela supone el 56%, frente al 80% en el caso de los Departamentos. El segundo epígrafe en importancia de HC en Escuela y Departamentos es el correspondiente a “Recursos forestales” con un peso relativo del 37% de la HC del Alcance 3 para el caso de la Escuela y un 20% para el caso de los Departamentos. Por otro lado, la Escuela es la única responsable de la generación de contrahuella debida, principalmente, a los usos de suelo que se ejercen en el recinto de la E.T.S.I. de Montes.



ORIGEN DE LA HUELLA	ESCUELA		DEPARTAMENTOS	
	HUELLA TOTAL (t CO ₂ /año)	CONTRAHUELLA (t CO ₂ /año)	HUELLA TOTAL (t CO ₂ /año)	CONTRAHUELLA (t CO ₂ /año)
ALCANCE 1: EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	176,10	0,00	0,00	0,00
ALCANCE 2: EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	911,26	0,00	0,00	0,00
ALCANCE 3: OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	1.212,60	23,65	423,70	0,00
• MATERIALES Y SERVICIOS	684,04	0,00	339,01	0,00
<i>Materiales</i>	570,91	0,00	334,72	0,00
<i>Obra</i>	54,23	0,00	0,00	0,00
<i>Servicios</i>	58,89	0,00	4,28	0,00
• RECURSOS FORESTALES	448,40	0,00	84,58	0,00
• RECURSOS AGROPECUARIOS	1,47	5,72	0,00	0,00
• AGUA	68,53	0,00	0,00	0,00
• RESIDUOS	0,36	0,00	0,11	0,00
<i>Residuos no peligrosos</i>	0,36	0,00	0,00	0,00
<i>Residuos peligrosos</i>	0,00	0,00	0,11	0,00
• USOS DE SUELO	9,80	17,93	0,00	0,00
Total	2.299,96	23,65	423,70	0,00
Huella neta	2.276,31		423,70	

Tabla 5.4 Resumen de la Huella de Carbono por alcances y epígrafes de consumo de Escuela y Departamentos

Dado que el subepígrafe correspondiente a “Materiales” es el que mayor HC presenta, en la Figura 5.11 se muestra el reparto de la HC por categorías de consumo pertenecientes a este subepígrafe. Destacan en primer lugar las emisiones asociadas a consumo de tinta, sobre todo en el conjunto de los Departamentos, ya que superan las 226 toneladas de CO₂ anuales, casi el doble que las generadas por la Escuela. En referencia a la Escuela existen otras cuatro categorías que rebasan la barrera de las 50 toneladas anuales, destacando los productos derivados del plástico y los productos químicos, que junto a las tintas de impresión superan las 100 toneladas de CO₂ anuales. En los Departamentos, únicamente la categoría referente a tintas de impresión supera las 100 toneladas de CO₂ anuales, estando el resto de categorías muy por debajo de las 50 toneladas anuales.

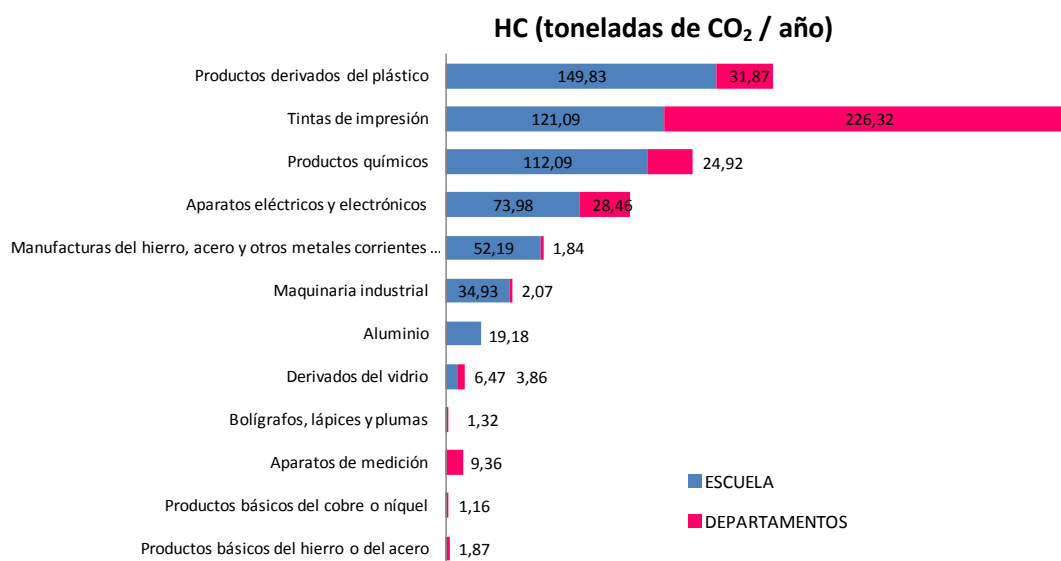


Figura 5.11 Comparativa de la Huella de Carbono de la Escuela y los Departamentos expresada en toneladas de CO₂ al año por categorías de consumo correspondientes al subepígrafe “Materiales”

En el caso del epígrafe correspondiente a “Recursos forestales”, como muestra la Figura 5.12, la categoría que presenta mayor HC, tanto en la Escuela como en los Departamentos, es la correspondiente a “papel, cartón y sus manufacturas”. En el caso de la Escuela, las emisiones asociadas al consumo de papel superan las 300 toneladas anuales de CO₂. En el caso de los Departamentos se sitúan en torno a las 63 toneladas de CO₂ anuales. La categoría correspondiente al consumo de “Madera cortada, aserrada, cepillada” ocupa el segundo lugar dentro de la HC correspondiente al mencionado epígrafe para la Escuela, con 142 toneladas de CO₂ anuales. En el caso de los Departamentos, el segundo lugar lo ocupa la categoría vinculada a consumo de productos editoriales, con más de 11 toneladas de CO₂ anuales, seguida de cerca por la categoría asociada a consumo de madera cortada, serrada y cepillada. El tercer lugar lo ocupa en la Escuela las emisiones asociadas al consumo de mobiliario de madera, con 2,7 toneladas de CO₂ anuales.

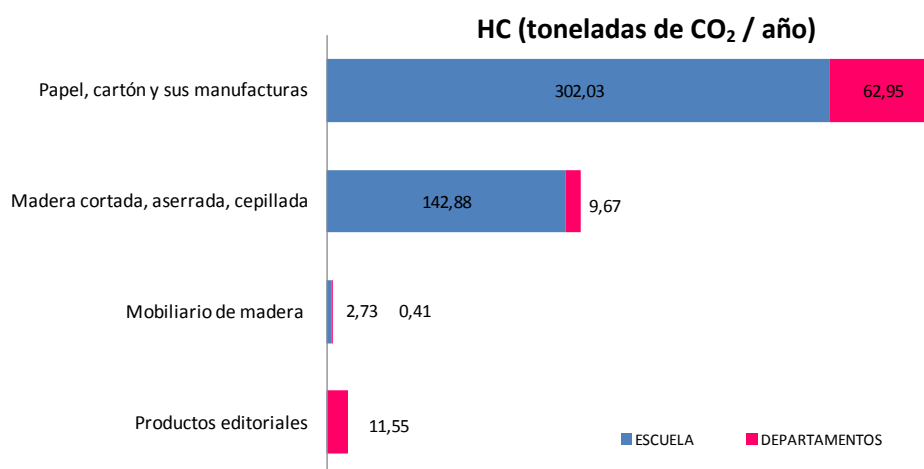


Figura 5.12 Comparativa de la Huella de Carbono de la Escuela y los Departamentos expresada en toneladas de CO₂ al año por categorías de consumo correspondientes al epígrafe “Recursos forestales”



Conviene aclarar que la HC correspondiente a este epígrafe podría reducirse notablemente en el caso de garantizar el consumo de productos procedentes de explotaciones certificadas con sellos PEFC o FSC. En este caso se añadiría una contrahuella equivalente la componente natural de la HC, lo que contribuiría a reducir la huella asociada a este epígrafe.

5.2.2. Análisis de la Huella Ecológica de la Escuela y los Departamentos

Análisis de la Huella Ecológica según categorías contables

En primer lugar hay que decir que la HE de la Escuela es claramente mayor que la de los Departamentos. Sin embargo, como ocurría en el caso de la HC, la eficiencia global en el patrón de consumo es mayor en la Escuela que en los Departamentos. En la Tabla 5.5 puede verse el reparto de HE, inversión económica y carga de haG por € tanto en Escuela como en Departamentos según artículos. De forma similar a la HC, es el artículo 22 el que mayor huella presenta, principalmente porque es el que mayor inversión económica experimenta y menor eficiencia presenta en comparación con el resto de artículos. En el caso de la Escuela, el artículo 63 ocupa la segunda plaza tanto en términos de HE como en menor eficiencia, seguido por los artículos 62 y 21. En el caso de los Departamentos, el segundo lugar lo ocupa el artículo 62, seguido por el artículo 21.

ARTÍCULOS	ESCUELA			DEPARTAMENTOS		
	HE (haG / año)	Inversión (€)	Carga de haG (haG / €)	HE (haG / año)	Inversión (€)	Carga de haG (haG / €)
21	44,47	64.077,10	0,000694	1,77	4.328,57	0,000409
22	598,79	420.030,25	0,001426	125,76	49.239,40	0,002554
23	1,01	7.949,62	0,000127	0,02	256,33	0,000066
62	64,36	87.969,97	0,000732	17,88	30.580,79	0,000585
63	84,77	103.134,57	0,000822	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	793,40	683.161,51	0,001161	145,43	84.405,09	0,001723

Tabla 5.5 Comparativa de la Huella Ecológica, carga de haG por € e inversión económica, según artículos en la Escuela y Departamentos

En la Figura 5.13 se muestran los perfiles de distribución de HE y carga de haG por € para Escuela y Departamentos. Como puede verse en los perfiles correspondientes a la HE, tanto en Escuela como en Departamentos existe una importante polarización de la huella hacia el artículo 22. En el caso de la carga de haG por € invertido, el artículo 22 vuelve a ser el que concentra más carga y por tanto, mayor impacto potencial. En el caso de la Escuela, se siguen los artículos 63, 62 y 21, con carga semejante. En el caso de los Departamentos la carga relativa de los artículos 62 y 61 se reduce, manteniéndose semejante entre ellas.

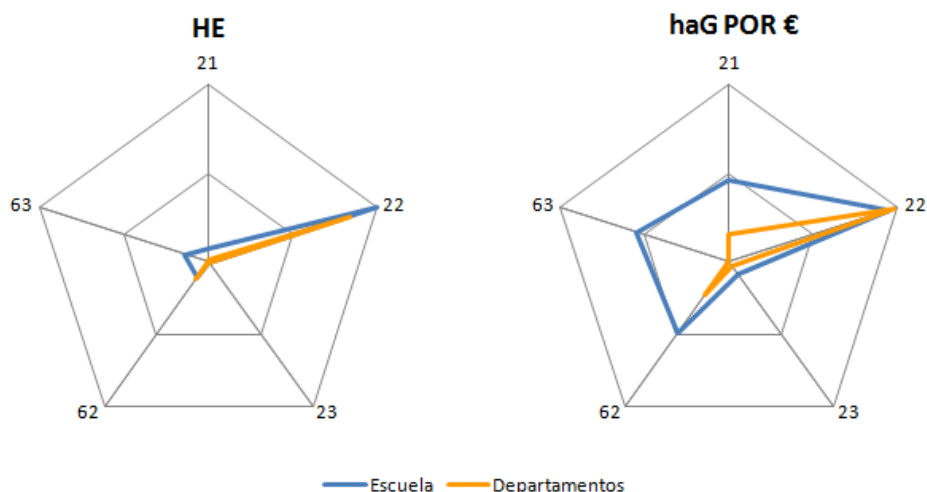


Figura 5.13 Perfil de Huella Ecológica y carga de haG por € en Escuela y Departamentos por artículos

Analizando los perfiles de la HE para Escuela y Departamentos dentro del artículo 21 (“Reparaciones, mantenimiento y conservación”), mostrados en la Figura 5.14, puede verse como en el caso de la Escuela se polariza claramente hacia el concepto 212 (“Edificios y otras construcción”), siendo el 213 (“Maquinaria, instalaciones y utillaje”) el segundo concepto en importancia. Es el caso de los Departamentos la huella se orienta claramente hacia el concepto 213, seguido del concepto 215 (“Mobiliario y enseres”). Centrándonos en los perfiles de carga de haG por €, comprobamos como el impacto potencial se reparte entre varios conceptos. En el caso de la Escuela, el concepto que mayor carga presenta es el 212, seguido de los conceptos 215, 214 (“Elementos de transporte”) y 216 (“Equipos para procesos de la información”). En el caso de los Departamentos es el concepto 215 el que mayor carga presenta, seguido por los conceptos 213 y 216.

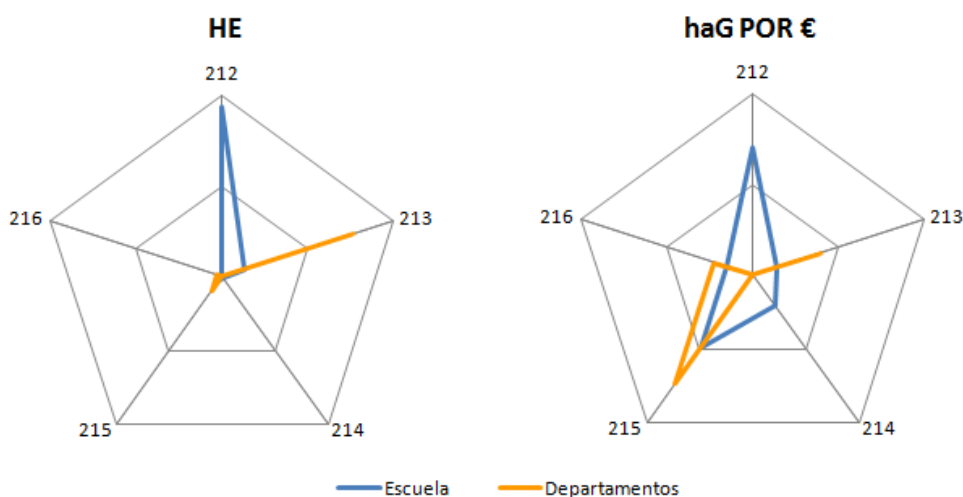


Figura 5.14 Perfil de Huella Ecológica y carga de haG por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 21

Analizando el los perfiles de HE para el artículo 22 (“Materiales, suministros y otros”) mostrados en la Figura 5.15, vemos que en el caso de la Escuela existe una importante

polarización hacia el concepto 220 (“Material de oficina”), seguido del concepto 221 (“Suministros”), en el que se incluyen suministros tales como consumo eléctrico, agua, gas, o combustibles, entre otros. En el caso de los Departamentos la polarización se orienta hacia el concepto 221, seguido del concepto 220. Atendiendo a los perfiles de carga de haG por € invertido, tanto Escuela como Departamentos tienen un perfil semejante, orientado en ambos casos hacia el concepto 220, seguido por los conceptos 221 y 227 (“Trabajos realizados por otras empresas”).

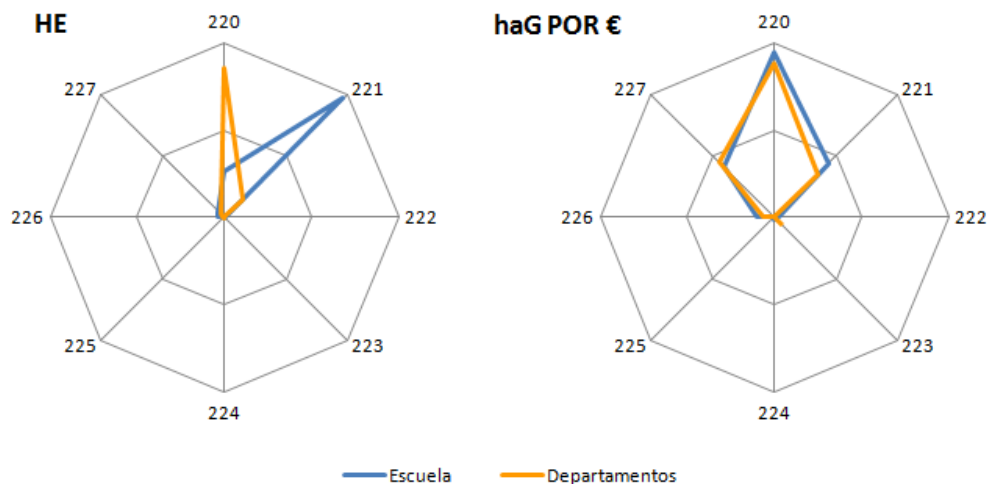


Figura 5.15 Perfil de Huella Ecológica y carga de haG por € en Escuela y Departamentos por conceptos del artículo 22

Dentro del concepto 220 podemos encontrar tres subconceptos con reparto desigual de huella, como muestra la Tabla 5.6. En el caso de la Escuela, la HE se centra principalmente en el subconcepto 220.00 (“Material ordinario no inventariable”), ocupando el subconcepto 220.02 (“Material informático no inventariable”), el cual está compuesto principalmente por las tintas de impresión, el segundo lugar. En el caso de los Departamentos esta tendencia se invierte, convirtiéndose el subconcepto 220.02 en el que mayor HE presenta, seguido del 220.00. En cuanto a carga de haG por € en ambos casos es el subconcepto 220.02 el que mayor carga presenta, seguido por el 220.00. También hay que destacar que el patrón de consumo dentro del artículo 220.00 en la Escuela tiene como consecuencia un mayor impacto potencial que en los Departamentos.

SUBCONCEPTO	HE (haG / año)		Carga de haG por € (haG / €)	
	ESCUELA	DEPARTAMENTOS	ESCUELA	DEPARTAMENTOS
220.00	78,32	22,38	0,002854	0,002022
220.01	0,26	0,06	0,001029	0,001029
220.02	41,73	80,49	0,004725	0,004494
Total	120,31	102,93	0,003294	0,003545

Tabla 5.6 Comparativa de la Huella Ecológica y carga de haG por € para los subconceptos del concepto 220 en la Escuela y Departamentos

Analizando en profundidad el subconcepto 220.00 (Figura 5.16) podemos comprobar que tanto en el caso de la Escuela como en el de los Departamentos, la HE se concentra en la

unidad material 220.00.1, relacionada con el consumo de papel. En el caso de los Departamentos también cobra relativa relevancia la unidad de material 220.00.3 vinculada al consumo de productos de origen plástico.

HE

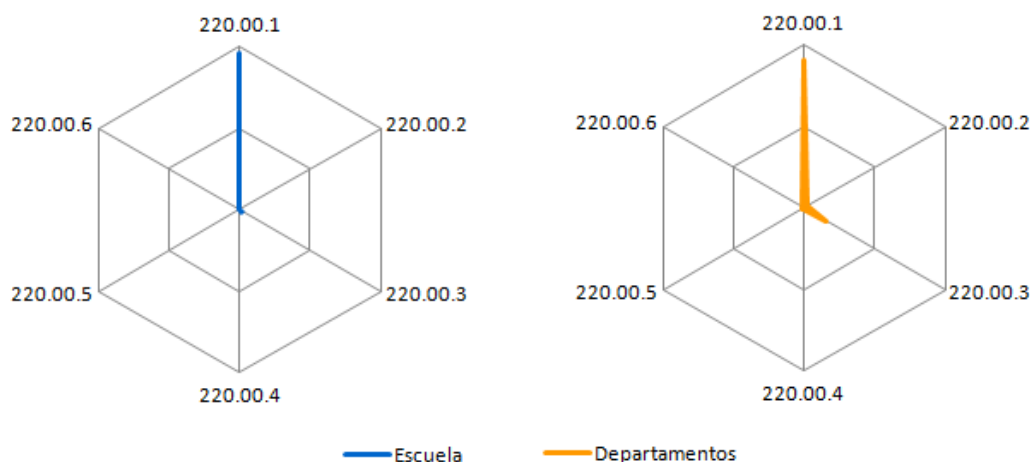


Figura 5.16 Perfiles de Huella Ecológica por unidades de material correspondientes al subconcepto 220.00 para Escuela y Departamentos

Como muestra la Figura 5.17, dentro del concepto 221 puede verse que el perfil de la HE de la Escuela se orienta principalmente hacia el subconcepto 221.00 (“Energía eléctrica”), con cierta presencia de otros subconceptos tales como 221.03 (“Combustibles”) o el 221.99 (“Otros suministros”). Sin embargo, en el caso de los Departamentos, la huella se concentra únicamente en el subconcepto 221.10 (“Material de laboratorio no inventariable”). En cuanto al perfil de la carga de haG por €, en el caso de Escuela se concentra en torno a cuatro subconceptos: 221.99, 221.00, 221.02 (“Gas”) y el 221.03. A estos subconceptos les siguen el 221.04 (“Vestuario”), el 221.12 (“Suministros de materiales electrónicos”), el 221.11 (“Suministros en repuestos de maquinaria”) y el 221.01 (“Agua”). En el caso de los Departamentos, este perfil de carga se centra en dos subconceptos. El 221.11 y el 221.10.

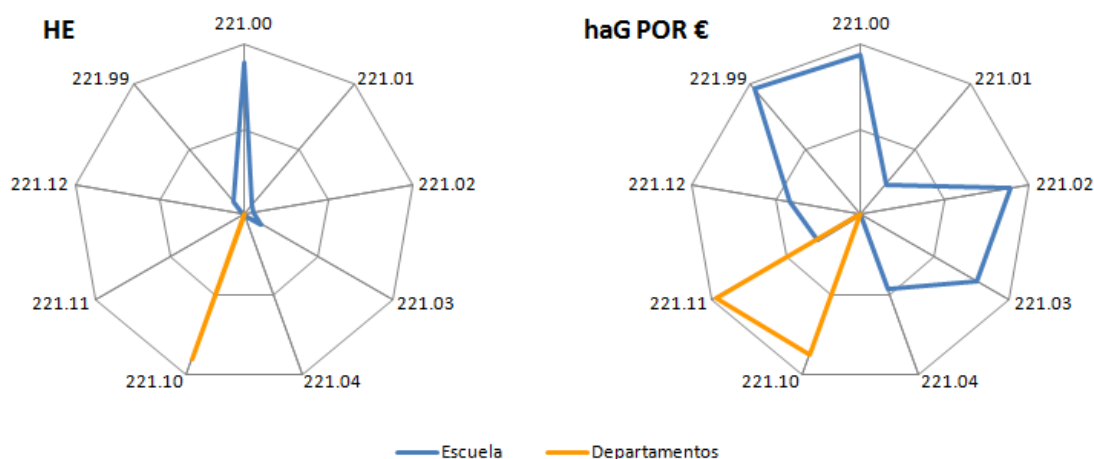


Figura 5.17 Perfiles de Huella Ecológica y carga de haG por € según subconceptos del concepto 221 para Escuela y Departamentos

Profundizando en el análisis del subconcepto 221.10 correspondiente a los Departamentos, puede verse en la Figura 5.18 que el reparto de la HE se concentra en torno a tres unidades de material distintas: 221.10.2 (“Productos químicos”), 221.10.4 (“Derivados del plástico”) y 221.10.6 (“Derivados de la madera”). En cuanto al perfil de carga, puede observarse que aparece distribuido de forma uniforme en todas las unidades de material, a excepción de la 221.10.6 y 221.10.1 (“Derivados del papel”) que son las dos categorías que mayor valor de carga presentan.

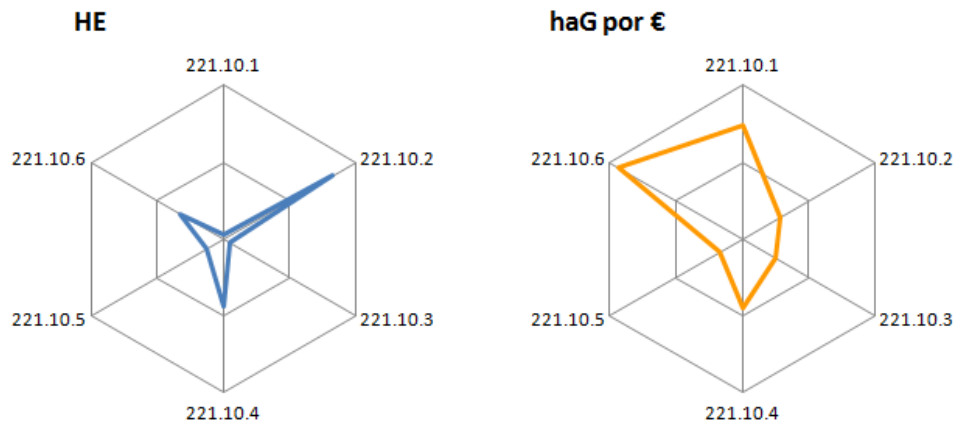


Figura 5.18 Perfiles de Huella Ecológica y carga de haG por € según unidades de material del subconceptos 221.10 correspondiente a los Departamentos

Dentro del artículo 62 (“Inversión nueva”), el consumo se centra, tanto en la Escuela como en los Departamentos, en el concepto 620 (“Inversión nueva”). El comportamiento de la huella a nivel de subconceptos es muy diferente para Escuela y Departamentos. Como muestra la Tabla 5.7, en el caso de la Escuela, la HE se centra en dos subconceptos, el 620.06 (“Inversión nueva en mobiliario y enseres”) y el 620.03 (“Inversión nueva en instalaciones”), seguidos del subconceptos 620.07 (“Inversión nueva en equipos informáticos”). El perfil de carga de haG se centra en el subconcepto 620.06, seguido de los subconceptos 620.03, 620.04 (“Inversión nueva en utillaje”) y 620.07. En el caso de los Departamentos, la HE se reparte más equilibradamente entre los subconceptos 620.07, 620.01 (“Inversión en material de laboratorio”), 620.08 (“Inversión nueva en fondos bibliográficos”) y 620.06. El perfil de carga tiene un máximo en el subconcepto 620.01 para después distribuirse equilibradamente entre el resto de subconceptos.

SUBCONCEPTO	HE (haG / año)		Carga de haG por € (haG / €)	
	ESCUELA	DEPARTAMENTOS	ESCUELA	DEPARTAMENTOS
620.01	0,00	4,61	0,000000	0,000816
620.03	21,84	0,59	0,000518	0,000439
620.04	0,03	0,19	0,000439	0,000422
620.06	34,16	1,41	0,001277	0,000475
620.07	8,33	7,18	0,000439	0,000439
620.08	0,00	3,90	0,000000	0,001029
Total	64,36	17,88	0,000732	0,000585

Tabla 5.7 Resumen de la Huella Ecológica y la carga de haG por € según subconceptos del concepto 620 para Escuela y Departamentos

En la Figura 5.19 podemos ver que dentro del subconcepto 620.06 de la Escuela, el perfil de la HE se polariza claramente hacia la unidad de material 620.06.3 correspondiente a artículos de madera. En el caso del perfil de la carga de haG por € sigue esta misma tendencia, cobrando protagonismo las unidades 620.06.1 y 620.06.5, correspondientes a productos derivados del plástico y electrónica, respectivamente.



Figura 5.19 Perfiles de la Huella Ecológica y la carga de haG por € según unidades de material del subconcepto 620.06 para Escuela y Departamentos

En la Figura 5.20, se muestra el perfil de HE por conceptos para Escuela y Departamentos. Como puede observarse, el perfil de la Escuela se centra principalmente en el concepto 221, seguido del concepto 220, a diferencia del perfil de los Departamentos, el cual se concentra en el concepto 220, seguido del 221. Por ello se retrata la importancia que ambos conceptos tienen en el perfil global de la HE agregada de la E.T.S.I. de Montes. Como en el caso de la HC, también hay que destacar el papel que ocupa el concepto 620 tanto en la Escuela como en los Departamentos, como muestra las ramas que aparecen en ambos perfiles.

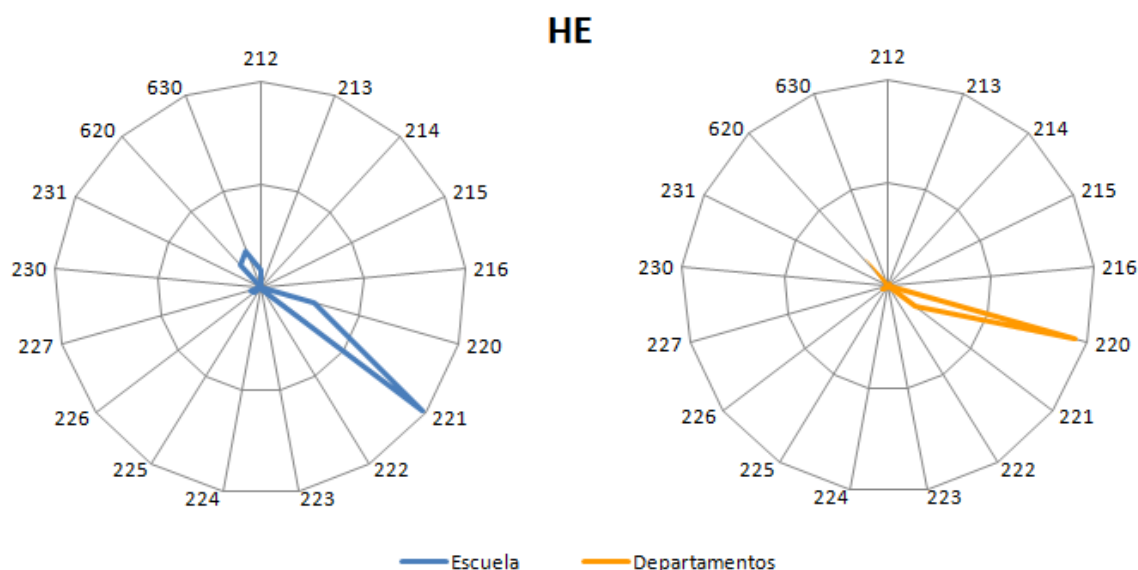
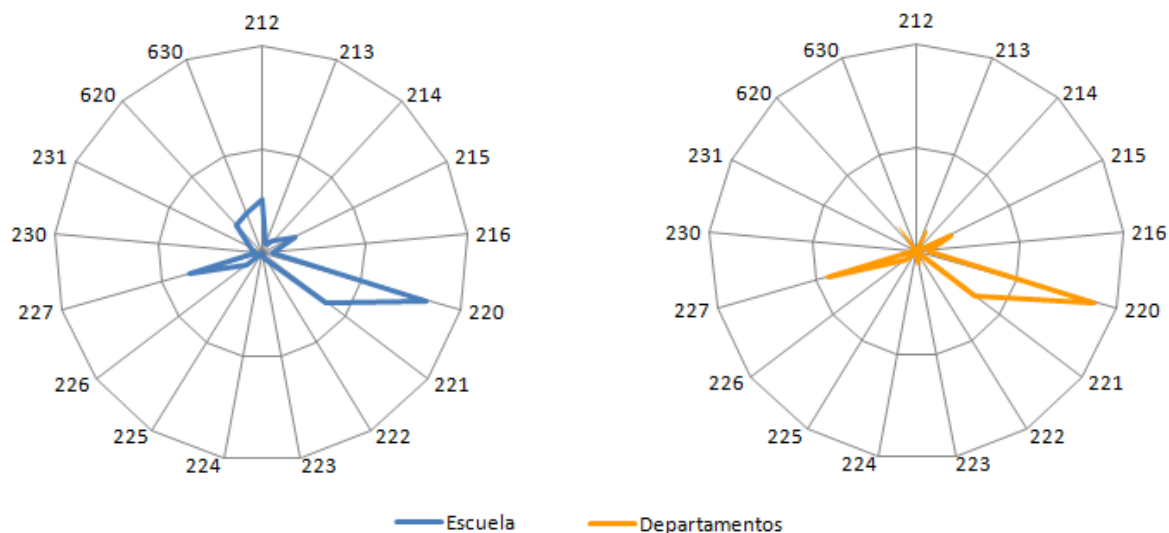


Figura 5.20 Perfiles de la Huella Ecológica por conceptos para Escuela y Departamentos



haG por €



Análisis de la Huella Ecológica según categorías de consumo

Como ocurría en el caso de la HC, la Escuela, al asumir los gastos generales asociados a gasoil para calefacción, energía eléctrica, agua etc. asume también la HE asociada a estos consumos, lo que supone una importante cuantía de la HE agregada de la E.T.S.I. de Montes. Es por esta causa que los Departamentos no presentan huella en los Alcances 1 y 2. Profundizando Dentro del Alcance 3 puede verse en la Tabla 5.8 que tanto en Escuela como en Departamentos el epígrafe correspondiente a “Materiales y servicios” resulta ser el que mayor HE presenta, gracias a la contribución en ambos casos del subepígrafe correspondiente a “Materiales”. Sin embargo, igual que en el caso de la HC, el peso relativo de este epígrafe respecto al Alcance 3 es distinto para Escuela y Departamentos. Para la Escuela el epígrafe de “Materiales y servicios” supone el 55%, frente al 80% en el caso de los Departamentos. El segundo epígrafe en importancia de HE en Escuela y Departamentos es el correspondiente a “Recursos forestales”. Como ocurría en el caso anterior, el peso relativo es muy distinto para Escuela y Departamentos. En el caso de la Escuela este epígrafe supone el 36% de la HE del alcance, mientras que en el caso de los Departamentos supone el 20%. Como ocurría en el caso de la HC, la Escuela es la única responsable de la generación de contrahuella debido, principalmente, a los usos de suelo que se ejercen en el recinto de la E.T.S.I. de Montes.



5. DISCUSIÓN

ORIGEN DE LA HUELLA	ESCUELA		DEPARTAMENTOS	
	HUELLA TOTAL (haG/año)	CONTRAHUELLA (haG/año)	HUELLA TOTAL (haG/año)	CONTRAHUELLA (haG/año)
ALCANCE 1: EMISIONES DIRECTAS POR QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	60,46	0,00	0,00	0,00
ALCANCE 2: EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO	312,86	0,00	0,00	0,00
ALCANCE 3: OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	429,51	3,94	145,47	0,00
• MATERIALES Y SERVICIOS	234,85	0,00	116,39	0,00
<i>Materiales</i>	196,01	0,00	114,92	0,00
<i>Obra</i>	18,62	0,00	0,00	0,00
<i>Servicios</i>	20,22	0,00	1,47	0,00
• RECURSOS FORESTALES	153,95	0,00	29,04	0,00
• RECURSOS AGROPECUARIOS	7,75	0,00	0,00	0,00
• AGUA	23,53	0,00	0,00	0,00
• RESIDUOS	0,13	0,00	0,04	0,00
<i>Residuos no peligrosos</i>	0,13	0,00	0,00	0,00
<i>Residuos peligrosos</i>	0,00	0,00	0,04	0,00
• USOS DE SUELO	9,31	3,94	0,00	0,00
Total	802,83	3,94	145,47	0,00
Huella neta	798,89		145,47	

Tabla 5.8 Resumen de la Huella Ecológica por alcances y epígrafes de consumo de Escuela y Departamentos

Como se muestra en la Figura 5.22, dentro del subepígrafe correspondiente a “Materiales” vemos que la categoría de consumo con mayor valor de HE vuelve a ser la correspondiente a tintas de impresión, que alcanza un valor total de 94,66 ha, de las que el 65% corresponden al consumo por parte de los Departamentos. Es en esta categoría en la única en la cual los Departamentos presentan mayor HE que la Escuela y resulta destacable el hecho que su huella supone el 42% de la HE total de los Departamentos, suponiendo en el caso de la Escuela el únicamente el 5%. Otras tres categorías correspondiente a la Escuela superan la barrera de las 20 ha productivas, “Productos derivados del plástico”, “Productos químicos” y “Aparatos electrónicos y eléctricos”. En el caso de los Departamentos únicamente las tintas de impresión superan esta barrera.

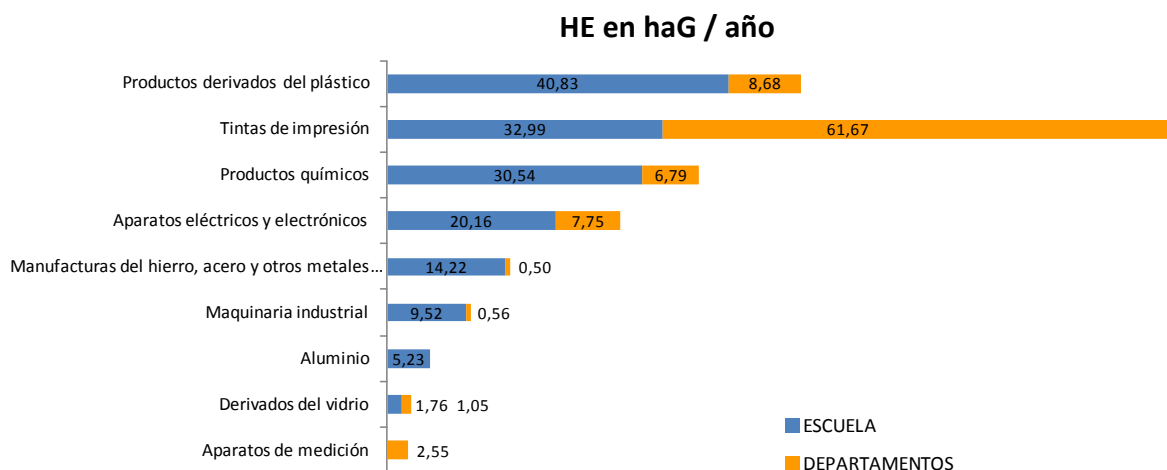


Figura 5.22 Comparativa de la Huella Ecológica de la Escuela y los Departamentos, expresada hectáreas productivas al año, según categorías de consumo correspondientes al subepígrafe “Materiales”

En el caso del epígrafe correspondiente a “Recursos forestales”, la categoría de consumo correspondiente a “Papel, cartón y sus manufacturas” es la que mayor valor de HE presenta, tanto para Escuela como para los Departamentos, tal como muestra la Figura 5.23. En el caso de la Escuela, solo esta categoría supone el 53% de la huella del epígrafe y el 10% del total de la HE. En el caso de la Escuela, a esta categoría le sigue la correspondiente a “Madera cortada, serrada y cepillada”, mientras que en el caso de los Departamentos corresponde a la categoría denominada “Productos editoriales”.

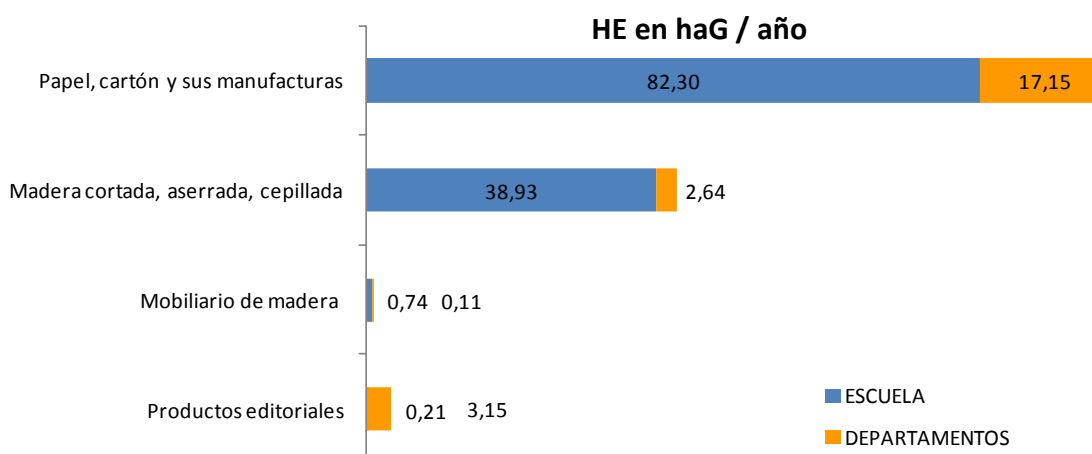


Figura 5.23 Comparativa de la Huella Ecológica de la Escuela y los Departamentos, expresada hectáreas productivas al año, según categorías de consumo correspondientes al epígrafe “Recursos forestales”

5.3. COMPARACION DE RESULTADOS CON OTRAS UNIVERSIDADES

Como se comentó anteriormente, diversas universidades españolas han acometido el cálculo de su HC y HE obteniendo resultados diversos. A pesar de que en los otros estudios el cálculo está referido a nivel de campus, existen ciertas analogías espaciales y estructurales con la E.T.S.I. de Montes como son la dispersión de los edificios dentro de un recinto acotado, la existencia de viales e iluminación y una cubierta vegetal en el interior del recinto, etc. que posibilitan la comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio con los resultados obtenidos en resto de trabajos.

En la Figura 5.24 se muestran los resultados de HC y HE obtenidos para la E.T.S.I. de Montes de Madrid, en comparación con las huellas obtenidas para la Universidad de Santiago de Compostela (U.S.C.), la Universidad Politécnica de Valencia (U.P.V.) y la Universidad de León (U.L.) Como se muestra en dicha figura, los valores de HC y HE más altos aparecen en la U.S.C. siendo los de la E.T.S.I. de Montes los que ocupan el tercer lugar.

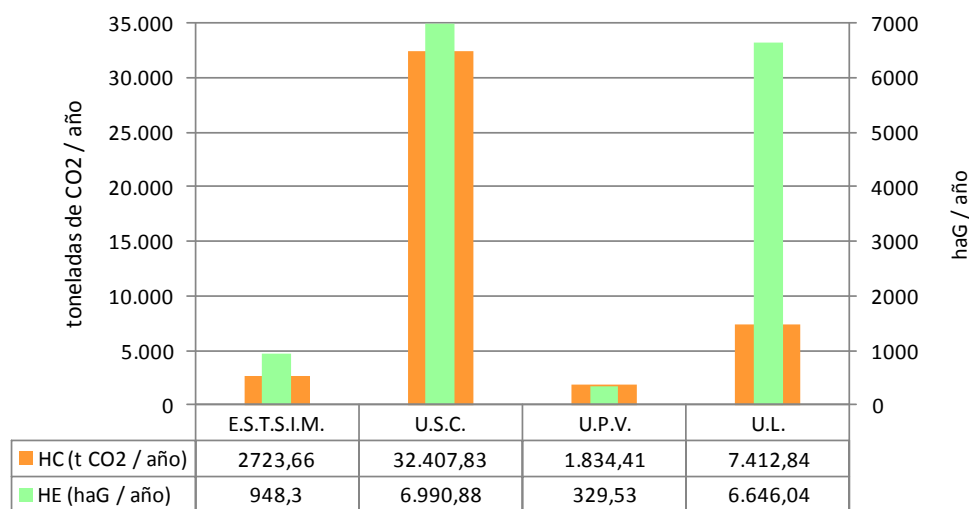


Figura 5.24 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica global obtenidos en distintas universidades españolas

Sin embargo, es importante aclarar que ni la población ni la superficie de los centros estudiados son iguales, por lo que los resultados pueden no ser comparables directamente. La primera posibilidad es ponderar los resultados con la población existentes en cada centro y la segunda es ponderarlo respecto a su superficie. Puesto que los resultados dependen en gran medida del patrón de consumo de cada centro, se considera más adecuado ponderar respecto a la población ya que en definitiva es la población la que determina unos hábitos de consumo u otros, pudiendo influir así en la huella. Aún así debe tenerse en cuenta que la dimensión de la superficie ocupada por el centro es también un factor que puede alterar la huella en un sentido u otro, sobre todo en lo que concierne a la organización espacial de sus elementos, ya que por ejemplo un recinto pequeño que concentre sus edificaciones en una superficie pequeña tendrá a priori menores necesidades de suministro eléctrico y de combustibles que un recinto grande, en el cual los edificios aparezcan deslocalizados, lo que en definitiva se traducirá en una menor huella.



5. DISCUSIÓN

En la Figura 5.25 se muestran los valores de población registrados en cada centro, mientras que en la Figura 5.26 se muestran los valores de la superficie de cada uno de ellos. Como puede verse en ambos gráficos, las dos figuras presentan similitudes en su distribución, salvo en el caso de la U.P.V. De aquí se desprende que las densidades de población serán similares en todos los centros, salvo en el caso de la U.P.V. en el cual, la densidad será significativamente menor.

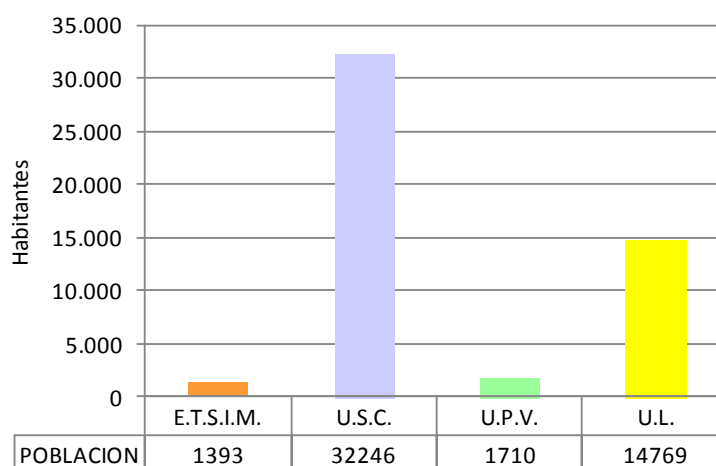


Figura 5.25 Comparativa de las poblaciones en cada uno de los centros

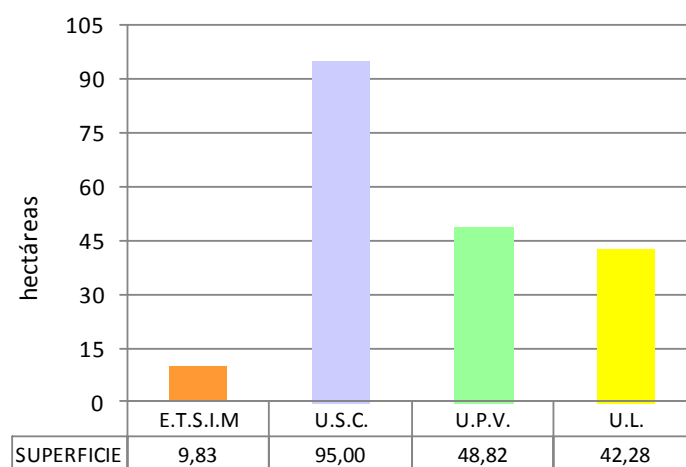


Figura 5.26 Comparativa de las superficies de cada uno de los centros

En la Figura 5.27 se muestran los resultados de la HC y la HE expresados en toneladas de CO₂ y HaG, ambas ponderadas por habitante y año. En este caso, los datos obtenidos reflejan una idea más clara de cuál es la situación real de la huella de la E.T.S.I. de Montes. En primer lugar cabe destacar que los resultados se encuentran dentro del orden de magnitud que presentan el resto de estudios. Puede verse que la E.T.S.I. de Montes es el centro que mayor HC y HE presenta por habitante y año. El promedio de la HC en los cuatro centros es de 1,13 toneladas de CO₂ por habitante y año, siendo el caso de la E.T.S.I. de Montes el único valor de HC por encima de esta media. En el caso de la HE, el promedio es de 0,39 haG por persona y año, situándose, tanto la E.T.S.I. de Montes como la U.L. por encima de este valor.

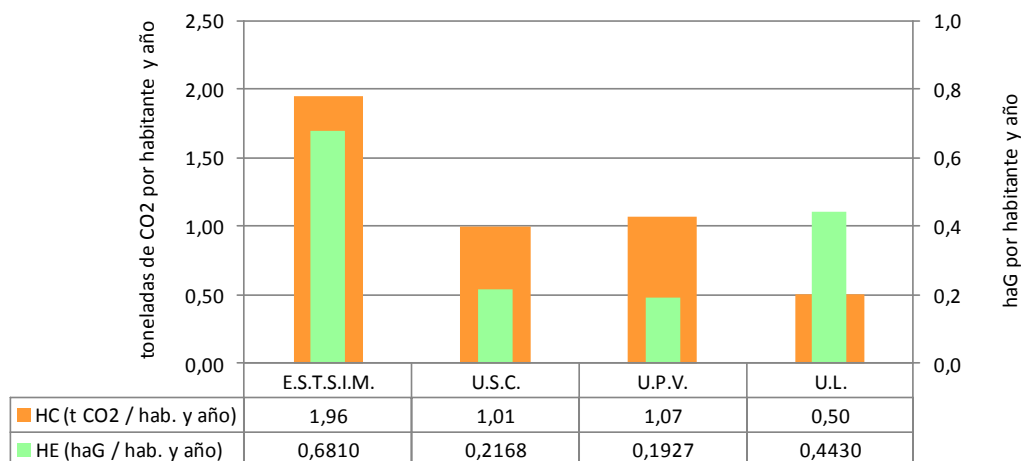


Figura 5.27 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica ponderada con la población obtenidos en distintas universidades españolas

Sin embargo, si en lugar de ponderar la huella respecto de la población, se pondera respecto de la superficie, el resultado cambia notablemente, como se muestra en la Figura 5.28. En este caso, la HC de la E.T.S.I. de Montes ocupa el segundo lugar por detrás de la U.S.C. La media de la HC por hectárea y año resulta ser de 207,77 toneladas de CO₂, siendo este valor inferior al de la E.T.S.I de Montes, pero en menor proporción que en el caso anterior. Con la HE ocurre algo similar, ya que el promedio de los cuatro centros resulta ser de 83,5 haG por hectárea y año, ocupando la E.T.S.I. de Montes el segundo lugar tras la U.L.

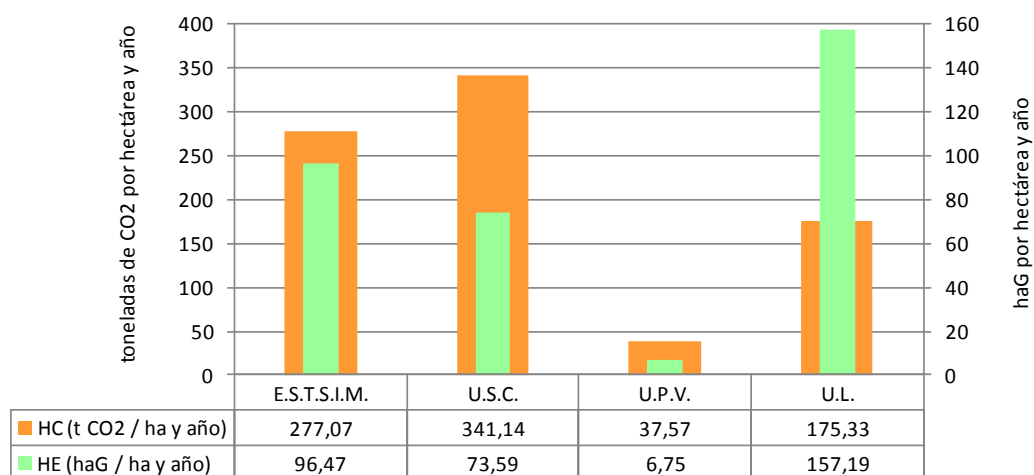


Figura 5.28 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica ponderada con la superficie obtenidos en distintas universidades españolas

Este hecho refleja que en el caso de la E.T.S.I. de Montes, la superficie que ocupa su recinto supone un factor amortiguador de la huella, lo que parece apuntar hacia la idea de que en términos de HC y HE resultan más sostenibles los centros con recintos grandes, en los que sus instalaciones aparecen concentradas y en los que los espacios verdes cobran un importante protagonismo en los usos de suelo. Sin embargo, para poder caracterizar y comparar mejor la huella asociada al patrón de consumo de cada centro, resulta más adecuado acudir a valores ponderados por el número de habitantes.

5.3.1. Huella de Carbono por alcances en centros universitarios

Con el objetivo de evaluar en profundidad la posición medioambiental de la E.T.S.I. de Montes en términos de HC, en este epígrafe se va a llevar a cabo un análisis comparado de la huella por alcances en los cuatro centros. En primer lugar, en la Figura 5.29 se muestran los resultados de HC repartidas según alcances. La U.S.C. vuelve a ser la que presenta mayores valores en todos los alcances, mostrándose el reparto de huella bastante equilibrado entre todos ellos. Los valores absolutos de la huella de la E.T.S.I. de Montes no resultan muy elevados en comparación con el resto, teniendo en cuenta su población total.

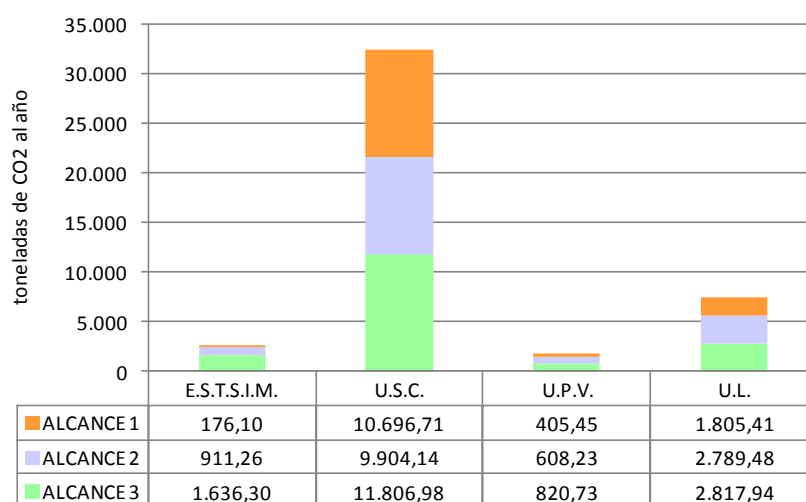


Figura 5.29 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono y Huella Ecológica según alcances obtenidos en distintas universidades españolas

Sin embargo, expresando los resultados en toneladas de CO₂ por habitante y año la situación cambia drásticamente. Como se muestra en la Figura 5.30, la U.S.C. presenta el valor de HC más elevado dentro del Alcance 1, seguida de la U.P.V., ocupando la E.T.S.I. de Montes el tercer lugar. Este hecho revela que las emisiones directas generadas por la Escuela no son especialmente elevadas, a pesar de lo que pueda parecer.

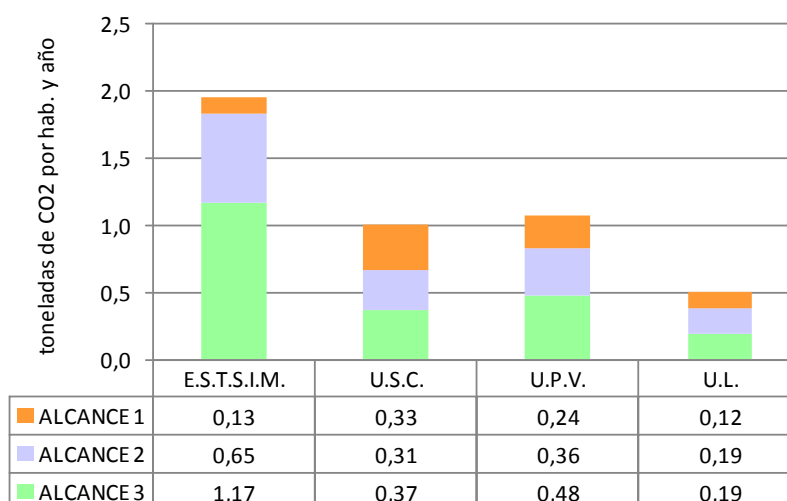


Figura 5.30 Comparativa de los resultados de Huella de Carbono según alcances expresados en toneladas de CO₂ por habitante y año, obtenidos en distintas universidades españolas



Si atendemos al Alcance 2, observamos que las emisiones de la E.T.S.I. Montes son las más elevadas de todas, suponiendo aproximadamente el doble que las registradas para la U.P.V., centro que ocupa el segundo lugar. En este caso, la media de la HC por habitante y año resulta ser de 0,28 toneladas de CO₂, valor muy inferior al alcanzado por la E.T.S.I. de Montes. Hay que tener en cuenta que el factor de emisión de CO₂ empleado en la E.T.S.I. de Montes para el Alcance 2 no es un valor único, ya que el consumo eléctrico está repartido según el origen de la energía propuesto en el mix energético proporcionado por la compañía suministradora. Si calculamos el factor de emisión promedio para la E.T.S.I. de Montes obtenemos la cifra de 0,73 kg de CO₂ por kWh consumido, valor que resulta ser un 28% superior al aplicado en la U.S.C., que resulta ser de 0,57 kg de CO₂ por kWh consumido, un 160% superior que el empleado en la U.P.V., que es de 0,28 kg de CO₂ por kWh consumido y un 69% superior que el utilizado en la U.L. que es 0,43 kg de CO₂ por kWh consumido. Esto puede explicar en gran medida porque el valor de la HC ponderada respecto a la población es mayor en la E.T.S.I. de Montes que en el resto de centros.

Aclarada la influencia del factor de emisión aplicado, es lógico pensar que el valor de la HC en el Alcance 2 estará determinado por el consumo eléctrico. Es desde esta perspectiva desde la que hay que abordar el estudio. De esta manera se eliminaría la distorsión provocada por el empleo de distintos factores de emisión, centrándonos en la raíz del problema.

De esta manera, para poder comparar el consumo de energía eléctrica en la E.T.S.I. de Montes vuelven a existir dos posibilidades, bien ponderarlo respecto a la población o bien ponderarlo respecto a la superficie. Si ponderamos respecto a la población, como se muestra en la Figura 5.31, el promedio del consumo se sitúa en 751,52 kWh por persona y año, lo que supone que el consumo de la E.T.S.I. de Montes por persona se encuentra por encima de la media, ocupando el segundo lugar tras la U.P.V.

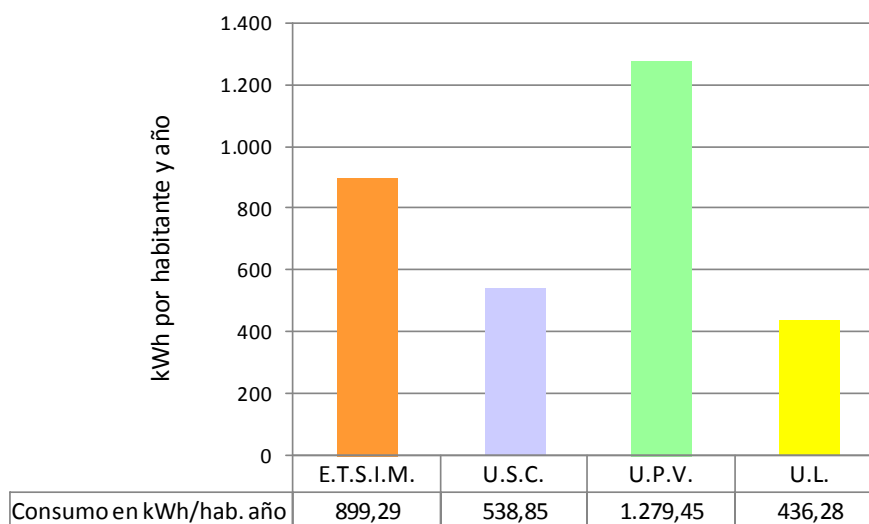


Figura 5.31 Comparativa del patrón de consumo eléctrico por habitante y año en distintos centros universitarios



Por otro lado, ponderando el consumo respecto de la superficie, los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5.32. En este caso, la media de consumo se sitúa en 126.705,47 kWh por hectárea y año, lo que supone que el consumo en la E.T.S.I. de Montes se sitúa muy cerca del promedio, ocupando en este caso el tercer lugar tras la U.S.C. y la U.L.

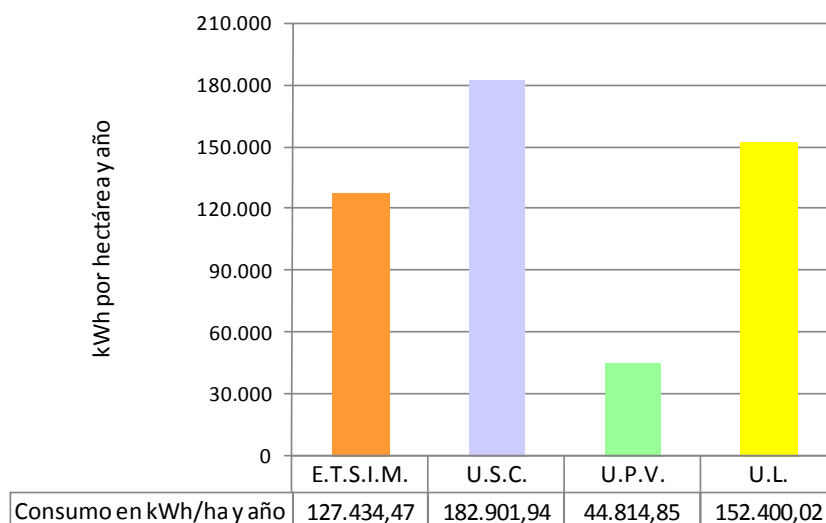


Figura 5.32 Comparativa del patrón de consumo eléctrico por hectárea y año en distintos centros universitarios

Los datos mostrados en estas gráficas parecen apoyar la idea propuesta con anterioridad respecto a la sostenibilidad en los centros con grandes superficies verdes en los que las instalaciones aparecen concentradas. En este sentido, la E.T.S.I. de Montes presenta una importante superficie destinada al uso de cubierta vegetal. Sin embargo, el hecho de que sus instalaciones aparezcan dispersas dentro de su recinto redunda en un incremento del consumo eléctrico (y por extensión en sus emisiones asociadas), el cual se pone de manifiesto al ponderar los resultados respecto de la población.

Si atendemos al Alcance 3, asociado a las emisiones indirectas distintas de las de origen eléctrico, se puede ver que la E.T.S.I. de Montes presenta un valor mucho más elevado que el resto de centros. En la Escuela se alcanzan 1,17 toneladas de CO₂ por habitante y año mientras que en el resto de centros no llegan en ningún caso a las 0,5 toneladas. Este es sin duda el alcance que mayor valor presenta de los tres. Para poder valorar mejor este resultado, es necesario desagregar el Alcance 3 en sus correspondientes categorías de consumo. Sin embargo aquí aparece la mayor problemática en la comparación de resultados, ya que las categorías que se han evaluado en cada uno de los estudios realizados han sido distintas, tal y como se muestra en la Tabla 5.9. Este hecho conduciría a la distorsión en la comparación de la huella si no se realizaran los ajustes pertinentes.



CENTRO	CATEGORÍAS EVALUADAS EN EL ALCANCE 3
E.T.S.I. de Montes	Materiales y servicios <i>Materiales</i> <i>Obra</i> <i>Servicios</i> Recursos forestales Recursos agropecuarios Agua Residuos <i>Residuos no peligrosos</i> <i>Residuos peligrosos</i> Usos de suelo
U.S.C.	Construcción Consumo de papel Consumo de agua Generación de residuos Movilidad Superficie ocupada
U.P.V.	Construcción Consumo de papel Consumo de comida
U.L.	Construcción Consumo de papel Consumo de agua Movilidad Superficie ocupada

Tabla 5.9 Relación de las categorías de consumo evaluadas en el Alcance 3 en los estudios realizados en los distintos centros

Observando la tabla anterior, se comprueba que existen varias categorías que concuerdan entre ellas y que incluso pueden asemejarse con las categorías designadas en la E.T.S.I. de Montes. Sin embargo hay que destacar la ausencia generalizada de un epígrafe destinado a evaluar las emisiones asociadas al consumo de materiales de origen no orgánico. Esta categoría representa el 55,4% de las emisiones del Alcance 3 en la HC de la E.T.S.I. de Montes, lo que puede explicar por qué la HC de la Escuela correspondiente a este alcance es mucho mayor en la E.T.S.I. de Montes que en el resto de centros. Además se pone de manifiesto la necesidad de estimar la huella correspondiente a este subepígrafe para presentar datos con mayor nivel de precisión.



También hay que señalar la ausencia en otros estudios de los epígrafes destinados a “Servicios” y a “Recursos agropecuarios” similares a los que se ofrecen en la huella de la E.T.S.I. de Montes. El subepígrafe correspondiente a obras puede identificarse al correspondiente a “Construcción” del resto de estudios.

El consumo de papel es otra categoría generalizada en los estudios del resto de centros. Esta categoría encuentra su correspondencia dentro del epígrafe denominado “Recursos forestales” en la categoría de “Papel, cartón y sus manufacturas”, teniendo en cuenta que en esta última además del papel para escritura e impresión se incluyen diversos artículos de papel y cartón.

La HC asociada al consumo de agua tiene expresión solo en los estudios de la U.S.C. y U.L., encontrando su correspondencia en la “Huella del agua” de la E.T.S.I. de Montes. Las emisiones vinculadas a la generación de residuos solo se han retratado en la huella de la U.S.C., aunque la división que se hace de los residuos peligrosos y no peligrosos es distinta a la realizada en la E.T.S.I. de Montes. La huella asociada a usos de suelo encuentra correspondencia en todos los estudios pero únicamente referenciada a la HE, omitiendo esta componente en la HC. Llama la atención la evaluación de una categoría denominada “Movilidad”, presente en los estudios de U.S.C. y U.L. que hace referencia a las emisiones asociadas al transporte de la población hasta los centros de estudio. Esta categoría no se tiene en cuenta en el presente estudio ya que se considera que esta porción de huella pertenece a la huella propia del individuo, no siendo imputable a la entidad, ya que no es una categoría sobre la que la propia entidad tenga control, pertenece a la libertad de cada individuo la elección del medio de transporte que le lleve al centro de estudios, por lo que la huella asociada a este transporte repercute en su huella personal.

De esta manera, para poder comparar los resultados sin penalizar a ninguno de los centros se pueden omitir aquellas categorías que no encuentran correspondencia en la E.T.S.I de Montes, al igual que aquellas correspondientes a la E.T.S.I de Montes que no encuentran correspondencia en ninguno de los otros centros. Sin embargo, es importante no olvidar que estas categorías omitidas no deben despreciarse en el cálculo real de la HC, ya que la simplificación propuesta solo responde a la necesidad de realizar una comparación adecuada entre centros libre de distorsiones. Así pues, la HC correspondiente al Alcance 3 expresada en toneladas de CO₂ /año y en toneladas de CO₂ /año, normalizando las categorías de consumo del Alcance 3 se muestran en las Figuras 5.33 y 5.34.

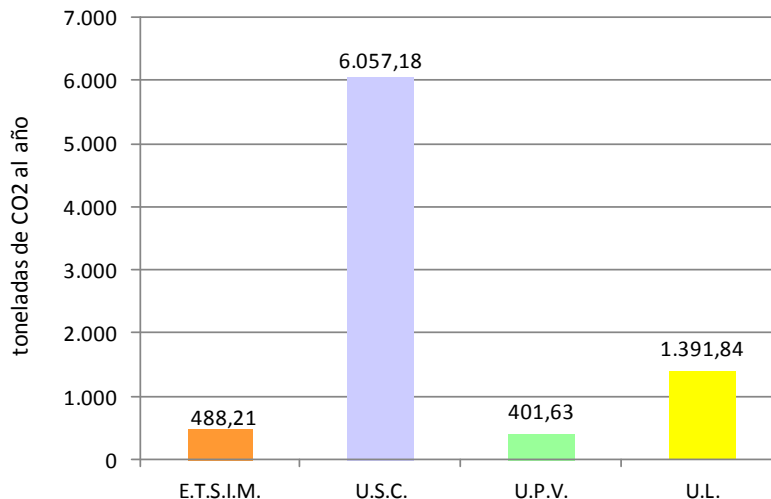


Figura 5.33 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente al Alcance 3 expresada en toneladas de CO₂ al año en los distintos centros

Observando la Figura 5.33 se aprecia que los valores de todas las huellas se han reducido notablemente respecto a los valores mostrados en la Figura 5.27, especialmente los de la Escuela de Ingenieros de Montes, cuya reducción supone el 70% de las emisiones de CO₂ dentro del Alcance 3.

Si observamos la Figura 5.34 que muestra la comparativa de la HC expresada en términos de toneladas de CO₂ por habitante y año, puede verse que tras la simplificación realizada las emisiones están más equilibradas, ocupando la E.T.S.I. de Montes el primer lugar, seguida de la U.P.V. y la U.S.C., pero con un margen mucho menor que el mostrado con anterioridad.

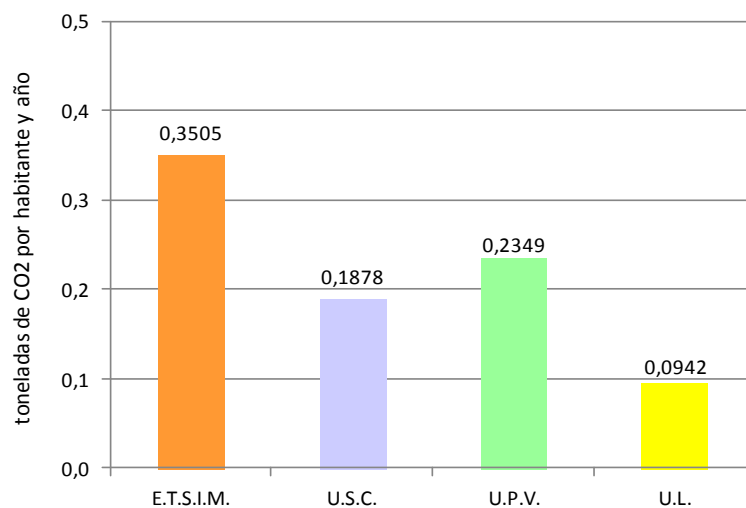


Figura 5.34 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente al Alcance 3 expresada en toneladas de CO₂ por habitante y año en los distintos centros

Para un mejor análisis en las Figuras 5.35 y 5.36 se detalla la HC por categorías normalizadas incluidas dentro del Alcance 3 expresada en toneladas de CO₂ al año y en toneladas de CO₂ por habitante y año respectivamente.

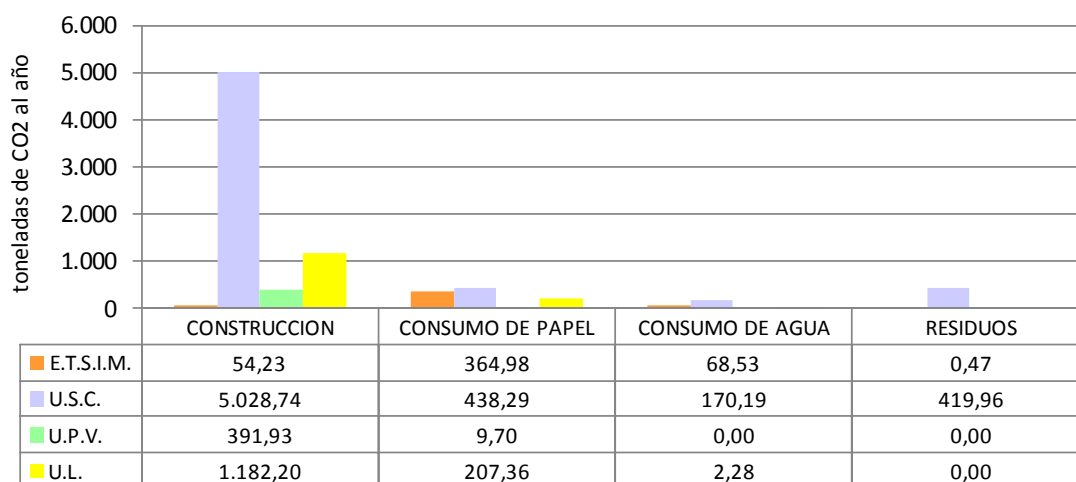


Figura 5.35 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en toneladas de CO₂ al año en los distintos centros

Si se observa la Figura 5.35 se aprecia claramente como las emisiones debidas a materiales de construcción son muy elevadas en el resto de centros. Esto es así porque dentro de la huella se ha evaluado el montante anual de las emisiones correspondiente a la amortización de la HC asociada a la construcción de dichos campus. En el caso de la E.T.S.I. de Montes no se ha tenido en cuenta esta amortización, por considerarse propia del conjunto de la U.P.M., a pesar de lo cual podría resultar interesante estimar su cálculo en próximos estudios. Por otro lado, destaca la elevada cuantía de la HC de la E.T.S.I. de Montes en las partidas de consumo de papel y de agua. Este hecho se corrobora observando la Figura 5.36, en la que se demuestra que las emisiones por habitante y año asociadas a los consumos de papel y agua son claramente mayores en la E.T.S.I. de Montes que en el resto de centros. Es posible que el elevado consumo de agua responda a las necesidades impuestas por el riego del arboreto y por la piscifactoría. En el caso del papel puede deberse a uno hábito de consumo inadecuado por parte del conjunto de la población de la E.T.S.I. de Montes propiciado por el exceso de uso de impresoras y fotocopiadoras.

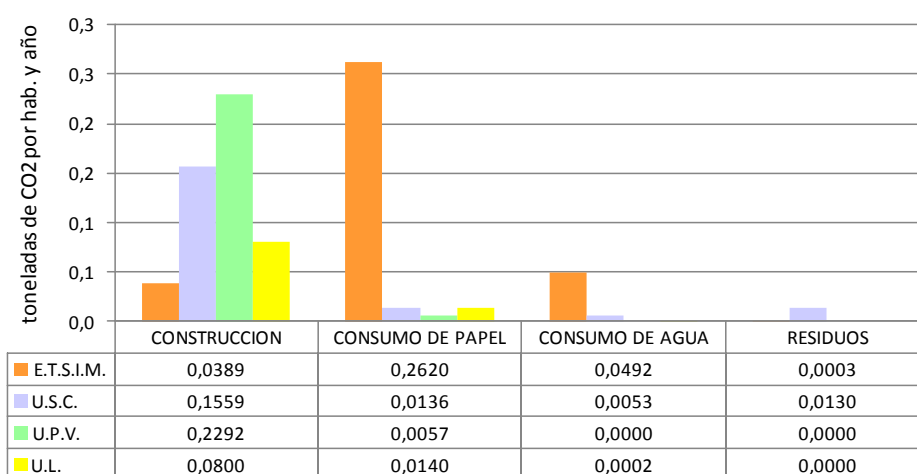


Figura 5.36 Comparativa de la Huella de Carbono correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en toneladas de CO₂ por habitante y año en los distintos centros



Comparando la HC del consumo de agua por habitante y año en los distintos centros comprobamos que el consumo en la E.T.S.I. de Montes es exageradamente mayor que en el resto. Esta diferencia de huella entre centros es debido al uso de diferentes procedimientos de cálculo. De hecho, el consumo ponderado de agua por ha y habitante al año no presenta unas diferencias tan elevadas, tal y como se muestra en la Tabla 5.10.

CENTRO	CONSUMO		
	m ³ / año	m ³ / habitante / año	m ³ por ha / año
E.T.S.I.M.	28.009,30	20,11	2.849,31
U.S.C.	340.380,00	10,56	3.582,95
U.L.	126.124,60	8,54	2.983,08

Tabla 5.10 Comparativa del consumo de agua en los distintos centros

En el caso de la E.T.S.I. Montes, la aplicación de la metodología MC3 implica el cálculo de una componente energética y una componente natural de la huella asociada al consumo de agua. La componente energética está integrada dentro del Alcance 2 y recogen las emisiones asociadas al tratamiento de depuración de agua, siendo el consumo de energía por m³ de agua tratada de 0,29 kWh. Siendo coherentes con la definición de alcances del GHG Protocol (2011) estas emisiones derivadas del ciclo de vida del agua deberían haber sido consideradas como Alcance 3. En el caso de la E.T.S.I. de Montes la aportación de esta componente es del orden del 0,6% de las emisiones del Alcance 2, lo que supone una alteración poco significativa de la huella. Por tanto, la componente que figura dentro del Alcance 3 es la natural, a diferencia del resto de estudios en los que únicamente se computa la componente energética de la huella, surgiendo así una importante fuente de distorsión en los resultados. Gracias a la realización de este estudio, se considera que el método propuesto por la metodología MC3 para el cálculo de la componente natural de la HC del agua puede ser cuestionable. Como se explicó en el capítulo “Materiales y métodos”, la componente natural de la HC proviene de la HE; en el caso de la HC del agua, la componente natural expresa la necesidad de SBP capaz de suministrar agua. Según propone la metodología MC3 este papel de ecosistema suministrador de agua lo cumplen los bosques, a los que se les atribuye, según Doménech (2007) una contribución a la evaporación total cifrada en 1.500 m³ / ha / año, equivalente al 10% de la precipitación anual en bosques tropicales húmedos. Este planteamiento conceptual de la HC del agua puede resultar cuestionable, al igual que las cifras elegidas. Podría resultar más acertado emplear valores locales o valores mundiales ponderados, en lugar de un valor aislado correspondiente a latitudes tropicales. Asumiendo estas simplificaciones, aún queda pendiente justificar con contenido el vínculo entre la componente natural de la HE y la HC en este epígrafe, ya que no parece claro que la necesidad de una determinada superficie boscosa con la finalidad de captar y suministrar agua a la atmósfera tenga repercusión alguna en términos de captura de CO₂. Dicho de otra manera, la capacidad de evapotranspiración que poseen los bosques no excluye su capacidad de fijación de CO₂ atmosférico. Esta asunción propuesta por el método se considera un error fruto de la falta de flexibilidad del mismo en este área, fácilmente corregible si se asume que la totalidad de la componente natural de la HE no tiene por qué tener reflejo en la HC.



Únicamente tendrán correspondencia aquellas categorías que conceptualmente tenga sentido reflejar.

En el caso de la huella asociada al consumo de papel existen ciertas cuestiones metodológicas que pueden explicar en parte esta diferencia. En primer lugar, los factores de emisión del papel empleados en otros estudios se sitúan entre 0,48 y 1,84 kg de CO₂ / kg de papel, mientras que en la Escuela se ha empleado un valor de 2,51 kg / kg de papel, lo que penaliza la HC de la Escuela de Montes. En segundo lugar, en el resto de estudios no se ha evaluado la componente natural de la huella asociada al consumo de papel. En el caso de la Escuela de Montes esta componente supone el 59% de la huella de esta categoría. En tercer lugar, los consumos de papel medidos en el resto de estudios hacen referencia al papel consumido exclusivamente por parte de los alumnos, bien sea en apuntes, fotocopias o trabajos, mientras que en el estudio de la HC de la Escuela de Montes se ha evaluado el conjunto del consumo de papel adquirido por la Escuela, lo que incluye el papel consumido por toda la población de la Escuela omitiendo el papel que los alumnos emplean en sus trabajos y apuntes pero incluyendo todos los artículos de cartón y papel que son adquiridos y empleados tanto por Escuela como por Departamentos. En la Figura 5.11 se muestra la estimación de consumo de papel propuesta para cada centro. El hecho de que el consumo de papel por persona estimado sea tan diferente hace pensar también haya influido la elección de un factor de conversión de euros a toneladas de producto inadecuado, que penalice en exceso el consumo de papel en la E.T.S.I de Montes. En este sentido resulta necesario revisar este factor de conversión, en búsqueda de unos valores más ajustados que permitan describir los consumos con mayor exactitud.

CENTRO	CONSUMO	
	toneladas / año	kg / habitante / año
E.T.S.I. de Montes	59,40	42,64
U.S.C.	357,55	11,09
U.P.V.	20,09	11,75
U.L.	128,41	8,69

Tabla 5.11 Comparativa de los consumos de papel en los distintos centros

Por último hay que mencionar la importante diferencia en la huella asociada a la generación de residuos que existe entre la Escuela de Ingenieros de Montes y la U.S.C. En esta última, la contribución de la huella de los residuos al Alcance 3 supone alrededor del 7%. Este hecho pone de manifiesto la necesidad de realizar un muestreo más intensivo de los residuos generados en la E.T.S.I de Montes y una revisión de la metodología de cálculo de la huella correspondiente a este epígrafe, con el objetivo de reflejar de forma más adecuada el comportamiento de la huella de esta categoría dando así un paso adelante en la búsqueda de precisión en los resultados.

5.3.2. Huella Ecológica por alcances en centros universitarios

A continuación se van a mostrar los resultados del análisis de la HE por alcances en comparación con el resto de centros universitarios con los que se han recogido datos para poder enmarcar los resultados obtenidos en la E.T.S.I. de Montes. Cabe destacar que en este caso, los resultados de la HE de la U.L. no está expresada por alcances sino por tipología de SBP, por lo que se hará una comparación específica con esta Universidad que puede resultar de interés.

En primer lugar, en la Figura 5.37 se muestran los resultados de la HE por alcances expresada en hectáreas globales al año. El resultado obtenido es similar al de la HC en el sentido en que la U.S.C. es de nuevo el centro con mayor huella en todos los alcances. El Alcance 1 es muy similar en la E.T.S.I. de Montes y en la U.P.V. Por el contrario, el valor de los Alcances 2 y 3 es mucho mayor en la Escuela de Montes que en la U.P.V.

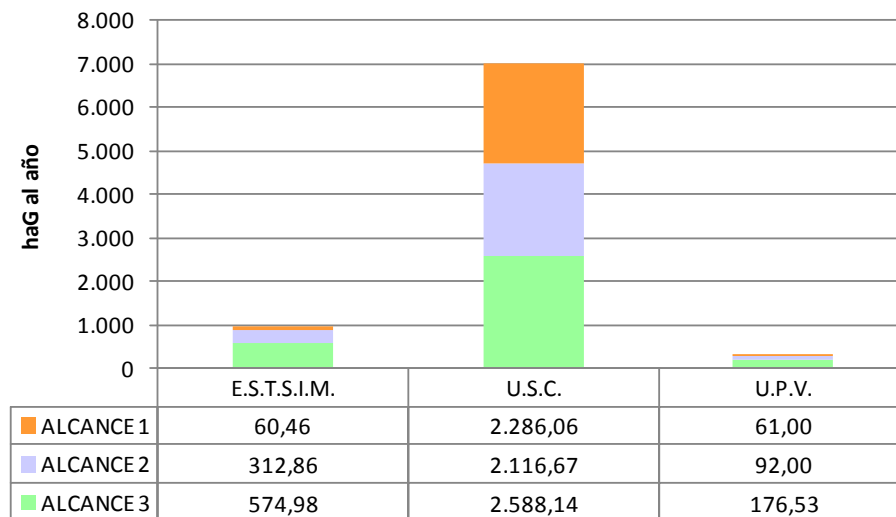


Figura 5.37 Comparativa de la Huella Ecológica por alcances en los distintos centros universitarios expresada en hectáreas globales al año

En la Figura 5.38 se muestran los resultados del cálculo de HE expresados en hectáreas globales por habitante y año. Atendiendo al Alcance 1, la huella asociada a la E.T.S.I. de Montes ocupa el segundo lugar, siendo ligeramente superior a la de la U.P.V. Este resultado contrasta con el obtenido para la HC ya que en aquel caso la HC de la U.P.V. expresada por habitante y año resultaba ser superior a la de la E.T.S.I. de Montes. En este sentido es interesante destacar que el factor de absorción aplicado en el caso de la U.S.C. y de la U.P.V. corresponde a valores locales, cifrándolos en 6,27 y 6,64 toneladas de CO₂ por hectárea y año respectivamente. En el caso de la E.T.S.I. de Montes se han empleado factores de absorción globales, mucho menores que los anteriores siendo el mayor de todos ellos de 3,67 toneladas de CO₂ por hectárea y año, hecho que penaliza significativamente a la HE de la Escuela, ya que supone asumir que el rendimiento en términos de absorción de CO₂ de la superficie que la E.T.S.I. de Montes necesita para captar sus emisiones de CO₂ es mucho menor que el de resto de centros, lo que significa que a igualdad de cuantía de emisiones, la E.T.S.I. de Montes necesitaría mayor superficie fijadora de CO₂ que el resto de centros.

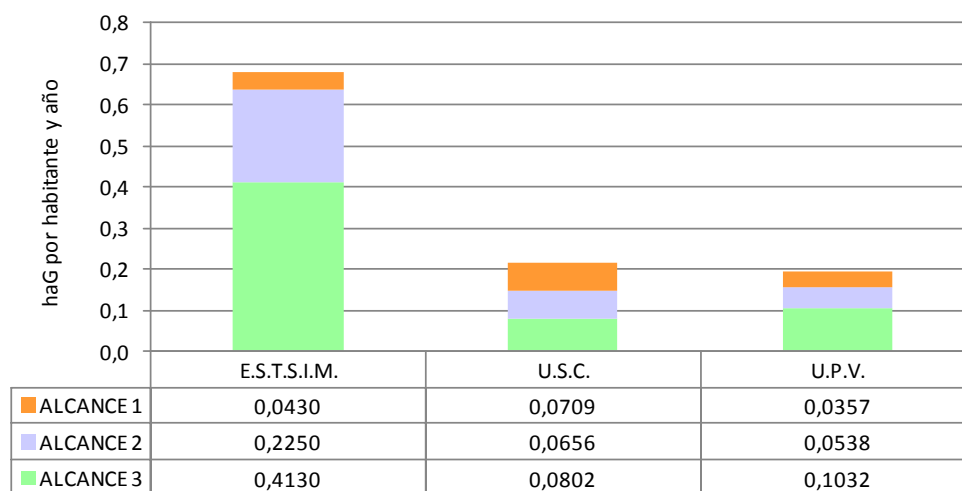


Figura 5.38 Comparativa de la Huella Ecológica por alcances en los distintos centros universitarios expresada en hectáreas globales por habitante y año

Atendiendo al Alcance 2 vemos que la huella por habitante y año vuelve a dispararse en la E.T.S.I. de Montes respecto a la del resto de centros; este hecho vuelve a ser atribuible al factor de absorción empleado, que como se comentó anteriormente, resulta ser casi el doble en el resto de centros con los que se compara la Escuela. Además, como la componente energética proviene de la HC se arrastran las consecuencias de emplear factores de emisión mayores que el resto de centros, lo que contribuye a explicar porque en este alcance la HE de la E.T.S.I. de Montes es considerablemente mayor. Sin embargo, como se explicó en el apartado correspondiente a HC, es el consumo de energía eléctrica el que se sitúa como principal responsable de la huella en este alcance. Por tanto será necesario ahondar en las causas que expliquen porque el consumo por habitante es mayor en la E.T.S.I. de Montes que en otras universidades.

En el Alcance 3 la diferencia en la cuantía de la HE es todavía más significativa. A esta situación contribuye en primer lugar el hecho de que en el presente estudio se han evaluado tanto la componente energética de la huella como la componente natural, suponiendo esta última alrededor del 17% de la huella total. En el resto de estudios solo se ha evaluado la componente energética. Por otro lado vuelve a surgir el tema de los factores de absorción empleados que contribuyen a penalizar de forma importante la HC de la Escuela de Ingenieros de Montes. Por último, igual que en el caso de la HC, hay que tener en cuenta que en cada estudio se han considerado categorías distintas al evaluar el Alcance 3. Siguiendo el mismo procedimiento de análisis que en el caso de la HC y sin omitir la cuantía de la huella correspondiente a su componente natural, los resultados de HE con capacidad de comparación entre centros se muestran en la Figura 5.39.

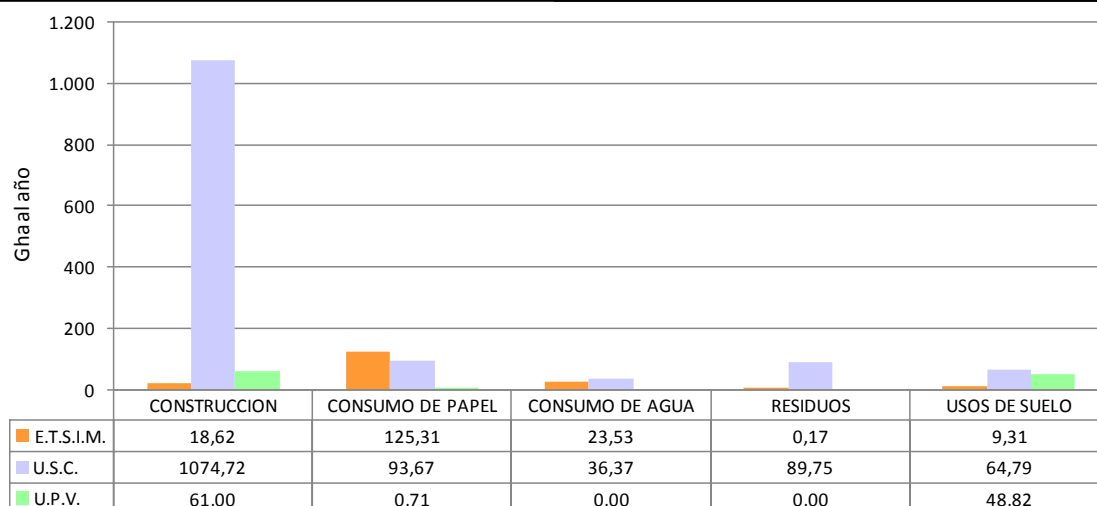


Figura 5.39 Comparativa de la Huella Ecológica correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en hectáreas globales al año en los distintos centros

En primer lugar llama la atención el elevado valor que alcanza la huella en la categoría de construcción en la U.S.C. y que pone de manifiesto la exhaustividad del estudio en dicha categoría. Por otro lado también destaca la HE asociada a las categorías de consumo de papel y de agua, en contraste con el reducido valor de la huella en la categoría de usos de suelo y residuos. Expresando la huella en hectáreas globales por persona y año podrán valorarse los resultados de forma más adecuada, tal y como muestra la Figura 5.40.

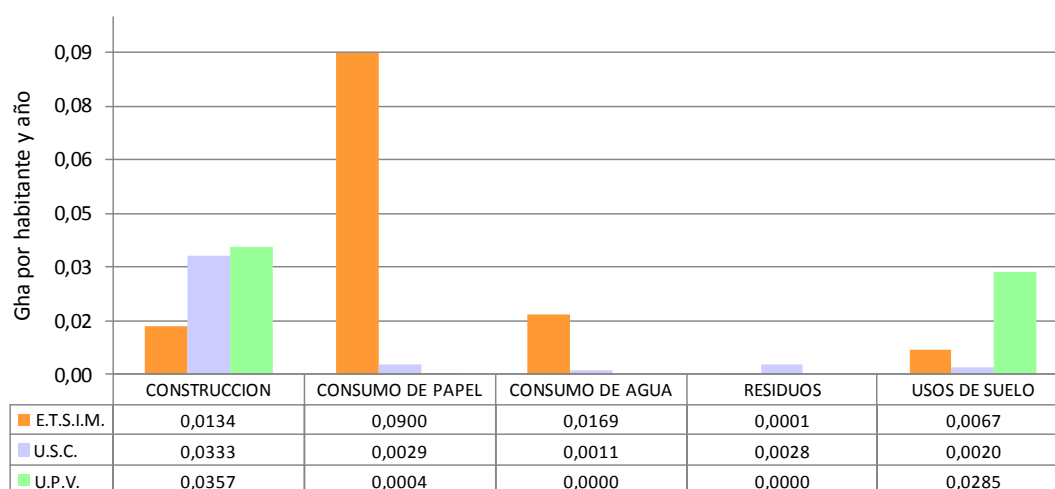


Figura 5.40 Comparativa de la Huella Ecológica correspondiente a las categorías de consumo del Alcance 3 expresada en hectáreas globales por persona y año en los distintos centros

Al igual que ocurría en el caso de la HC, la huella de la E.T.S.I. de Montes asociada a la construcción es la más baja de todas y los valores en las categoría de consumo de papel y consumo de agua vuelven a ser los mayores de todos. La justificación es análoga a la explicada en el caso de la HC con las matizaciones propias referentes a la HE, como son la inclusión de la componente natural y el empleo de factores de absorción mucho menores en el caso de la E.T.S.I. de Montes que en el resto. En el caso de la huella asociada al consumo de papel, la componente natural es mayor que la componente energética, por lo que el efecto derivado de la omisión de esta es más acusado.



5. DISCUSIÓN

La expresión de los resultados de la HE de la U.L. según categorías de SBP permite la comparación con la E.T.S.I. de Montes según este formato de presentación de la huella. En este caso, los resultados de HE por tipología de SBP expresados en hectáreas globales al año se muestran en la Tabla 5.12

CENTRO	Bosques para CO ₂	Tierra cultivable	Pastos	Bosques	Superficie construida	Mar
E.T.S.I. de Montes	782,801	7,246	0,016	148,918	9,325	0,000
U.L.	6587,570	0,000	0,110	6,720	51,640	0,000

Figura 5.12 Comparativa de la Huella Ecológica de la E.T.S.I. de Montes y la Universidad de León según tipologías de Superficie Biológicamente Productiva, expresada en hectáreas globales al año

Expresando los resultados en hectáreas globales por habitante y año (Figura 5.41), en primer lugar cabe destacar que la huella por persona es superior en la Escuela de Montes que en la U.L. en todas las categorías de SBP. A este hecho contribuye en gran medida lo que se comentó anteriormente a cerca de los factores de absorción y las categorías de consumo incluidas dentro del Alcance 3. Aún así cabe destacar la importancia que alcanzan las categorías correspondiente a “Bosques para CO₂” y “Bosques”, lo que vuelve a poner de manifiesto la sustancial necesidad de superficie fijadora de CO₂ atmosférico capaz de captar el CO₂ emitido directa e indirectamente, así como la importante necesidad de productos forestales, especialmente de papel, expresado por el patrón de consumo de la E.T.S.I. de Montes.

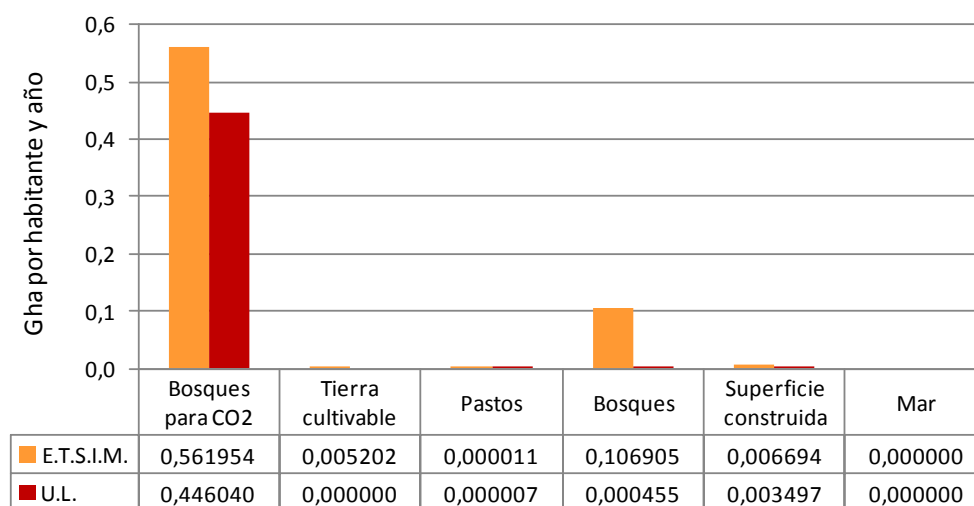


Figura 5.41 Comparativa de la Huella Ecológica de la E.T.S.I. de Montes y la Universidad de León según tipologías de Superficie Biológicamente Productiva, expresada en hectáreas globales por habitante y año



6. CONCLUSIONES

Dada la coyuntura económica y medioambiental existente hoy en día en nuestra sociedad, comienza a despertar un interés creciente en la comunidad universitaria de buscar fórmulas y herramientas de gestión que ayuden a alcanzar el objetivo de conseguir una universidad más sostenible desde un punto de vista económico y medioambiental. En este contexto, los indicadores de desarrollo sostenible HE y HC comienzan a cobrar protagonismo, pues ofrecen la posibilidad de contribuir a alcanzar el objetivo antes mencionado de forma práctica y sencilla.

En este sentido se están comenzando a dar los primeros pasos en la búsqueda de metodologías consistentes que ofrezcan resultados precisos y comparables. Siguiendo esta línea de trabajo se ha planteado el presente Proyecto Fin de Carrera, que permite extraer las siguientes conclusiones:

1. Mediante la elaboración de este estudio se han localizado determinadas áreas donde se puede mejorar el enfoque metodológico MC3. Cabe señalar la limitación inherente a un método que busca ser práctico a la vez que completo. En este sentido, las mejoras propuestas van en la línea de buscar el refinamiento del método garantizando la practicidad del mismo.
2. Con el fin de que el método gane en integridad se debe avanzar en la búsqueda de factores consensuados internacionalmente de manera que se permita dar el salto del ámbito científico al ámbito institucional internacional. En esta línea se recomienda la colaboración con agencias que trabajan desde el apoyo de las Naciones Unidas (Instituto Mundial de los Recursos y Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible) para la aceptación internacional de factores de absorción y emisión ampliamente estudiados y consensuados por la comunidad científica internacional. En el caso de los factores rendimiento y equivalencia se valora muy positivamente la labor que está desarrollando la organización internacional de investigación “*Global Footprint Network*” como entidad internacional con el objetivo de generar consenso científico orientado hacia la publicación anual de estos factores particularizados para cada nación.
3. Con el fin de que el método gane en precisión se debe avanzar en el área de los factores de transformación intermedios, como son la intensidad energética de cada categoría de consumo y los factores de conversión de € a toneladas de producto. Estos factores son de gran significancia para el resultado final de la huella, por lo que es necesaria su revisión para garantizar la precisión de los resultados derivados de su empleo.
4. En particularidades como el caso del cálculo de la HC y HE del agua, se considera que puede presentar un mejor enfoque conceptual eliminando la componente natural de la misma, dado que el actual planteamiento puede conducir a consideraciones erróneas. Se considera que este nuevo enfoque supondría el fortalecimiento de la consistencia que caracteriza al método.



5. La futura aprobación de estándares internacionales para el cálculo de HC (ISO 14067 y 14069) es considerada una oportunidad para la metodología MC3 dado que pondrá de manifiesto la facilidad con la que se puede adaptar a las corrientes internacionales. Esta adaptación se realizará garantizando los principios de accesibilidad, transparencia y comparabilidad, considerados básicos para garantizar la integración de la HC en la sociedad.
6. La metodología MC3 surge como una alternativa válida para garantizar el éxito de la implantación de la HC y HE en nuestra sociedad. Esta metodología es totalmente aplicable al conjunto de nuestra sociedad y por supuesto, en concreto a los centros universitarios, garantizando unos resultados accesibles, transparentes y comparables. La profunda capacidad de análisis permite abarcar en detalle el cálculo del Alcance 3 de una forma sencilla y directa. Además ofrece una perspectiva económica del problema ambiental, lo que permite aunar en un objetivo único la sostenibilidad tanto económica como medioambiental del objeto en estudio.
7. La elaboración de este estudio ha permitido realizar una discusión detallada sobre el impacto que en términos HC y HE ejerce la Escuela de Ingenieros de Montes en virtud a su patrón de consumo. Cabe señalar la oportunidad que podría significar realizar este análisis en años venideros a fin de poder desarrollar un mejor diagnóstico sobre el cambio en los patrones de consumo y mejoras en ecoeficiencia.
8. Resulta indispensable profundizar en el cálculo del denominado Alcance 3, que como se ha comprobado en este estudio, puede suponer el aporte más importante a la huella de un centro universitario como es la E.T.S.I. de Montes. Gracias al potencial de la metodología empleada se ha podido determinar el conjunto de emisiones englobadas en dicho Alcance 3., concluyéndose que son las que mayor peso suponen en el conjunto de la E.T.S.I. de Montes (60% sobre el total de la HC). La metodología MC3 permite profundizar en este alcance para hacer un análisis detallado del origen y causas de estas emisiones.
9. Por otro lado, es necesario definir unas categorías de consumo estandarizadas respecto a las que calcular dicho Alcance 3, con el objetivo de posibilitar la evaluación del estado medioambiental de cada centro, así como establecer un conjunto de factores de emisión y de factores de absorción estándar que permita comparar resultados de forma fiable y equitativa. Con el fin de mejorar la implantación del cálculo de HC y HE en el conjunto de centros de la U.P.M. es recomendable definir un nuevo nivel dentro de su estructura contable. Este nuevo nivel respondería a la necesidad de identificar la naturaleza material de los bienes y servicios adquiridos por la U.P.M. para el desarrollo de sus funciones, lo que permitiría reducir de forma efectiva el tiempo necesario para llevar a cabo futuros estudios de esta índole.
10. Dentro de la contabilidad de la Escuela, se han identificado una serie de conceptos contables que pueden considerarse claves en la estrategia de reducción de emisiones de CO₂ y de reducción de SBP necesaria para satisfacer la demanda de la Escuela. Estos conceptos se han seleccionado bien sea por la importancia de la carga total de huella que



llevan asociada, bien sea por la elevada carga de huella por € invertido. Estos conceptos son los siguientes: del artículo 21 correspondiente a “Reparaciones, mantenimiento y conservación” los conceptos 212 (“Edificios y otras construcciones”) y 215 (“Mobiliarios y enseres”); del artículo 22 correspondiente a “Materiales, suministros y otros” los conceptos 220 (“Material de oficina”), 221 (“Suministros”) y 227 (“Trabajos realizados por otras empresas”); del artículo 62 correspondiente a “Inversión nueva”, el único concepto en el que existe gasto, el 620 (“Inversión nueva”); finalmente, para el artículo 63 correspondiente a “Inversión de reposición”, el único concepto que presenta 630 (“Inversión de reposición”).

11. El impacto generado por los consumos en la E.T.S.I. de Montes viene determinado por el patrón de consumo establecido en la contabilidad general de la Escuela y de los Departamentos. En este sentido cabe destacar que el patrón de consumo asociado a los gastos generales de la Escuela tiene mayor peso que el de los Departamentos debido a que la inversión económica es mucho mayor. Sin embargo puede considerarse más eficiente ya que el impacto generado por cada euro invertido es globalmente menor.

12. La elaboración del análisis comparativo con resultados de cálculos de HC y HE en otras escuelas ha permitido obtener conclusiones acerca del patrón de consumo dentro de la E.T.S.I. de Montes. Las categorías que destacan por su elevada huella son el consumo de energía eléctrica (33,5% sobre el total), la adquisición de aparatos electrónicos (3,8% sobre el total), de productos derivados del plástico (6,7% sobre el total), de sustancias químicas (5% sobre el total), de tintas de impresión (12% sobre el total) y de productos forestales, especialmente papel y cartón (13,4% sobre el total).

13. En general puede decirse que la posición medioambiental de la E.T.S.I. de Montes de Madrid, en términos de emisiones de CO₂ y consumo de recursos, se encuentra en línea con la del resto de centros de estudios universitarios españoles estudiados. Aun así, hay que destacar que la huella por habitante es, en general, mayor que en el resto de centros, explicable en parte por la exhaustividad con la que se ha determinado la huella asociada al Alcance 3.

Una vez presentadas las conclusiones cabe señalar que la E.T.S.I. de Montes tiene un importante margen de mejora hacia el camino de la sostenibilidad ambiental, que si se potenciara con la estrategia adecuada, podría situar a dicha escuela y en general a la U.P.M. a la vanguardia en la búsqueda de sostenibilidad universitarias. Esta estrategia debe girar en torno a dos ejes principales:

a) Sustituir el patrón de consumo actual por otro con características más sostenibles:

- ❖ En primer lugar es necesario conocer las causas que definen el patrón de consumo de la E.T.S.I. de Montes.
- ❖ Posteriormente deberá evaluarse si existe verdadera necesidad detrás de este patrón de consumo.



- ❖ Por último será necesario preparar un paquete de medidas orientado a reajustar dicho patrón hacia otro más sostenible, que satisfaga adecuadamente y de forma más ajustada las necesidades de la Escuela y Departamentos.
 - ❖ Dentro de ese paquete deben aparecer medidas y campañas orientadas hacia la concienciación y la educación en un uso responsable de los recursos de la Escuela, sobre todo de energía eléctrica, tinta y papel.
- b) Introducir criterios de sostenibilidad basados en el análisis de la HC y la HE en el diseño de presupuestos:
- ❖ Gracias a la desagregación de la HC y la HE por artículos, conceptos y subconceptos, puede conocerse el coste ambiental de la inversión en cada uno de los niveles jerárquicos de gasto. Esto ha permitido identificar las claves económicas con mayor huella asociada y mayor carga de huella por € invertido. Un ajuste presupuestario en estas categorías contables permitiría no solo reducir la huella global de la E.T.S.I. de Montes, sino reducir la carga económica que soporta de una forma positiva y eficaz para el medio ambiente.
 - ❖ Una de las medidas que se recomienda es proponer un techo presupuestario para aquellos conceptos contables que presentan mayor carga de CO₂ por euro invertido. Con esta medida se aseguraría contener el crecimiento de la huella en un contexto generalizado de incremento de presupuestos generales.

Para el éxito de esta estrategia resulta fundamental implicar a todos los agentes que intervienen tanto en la gestión y en el uso de los recursos de la E.T.S.I. de Montes. Es por ello que resulta necesario abrir líneas de diálogo entre dirección, profesorado, personal de administración y servicios y alumnado para tomar en consenso las decisiones apropiadas que orienten a la Escuela de Ingenieros de Montes y a la U.P.M. hacia liderazgo en la búsqueda de una comunidad universitaria sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

**BIBLIOGRAFÍA**

APPS, M.J.; KURZ, W.A.; LUXMOORE, R.J.; NILSSON, L.O.; SEDJO, R.A.; SCHMIDT, R.; SIMPSON, L.G.; VINSON, T.S. 1993. *Boreal forests and tundra. Terrestrial Biospheric Carbon Fluxes: Quantification and Sources of CO₂*. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos.

ARROYO, P.; ÁLVAREZ, J.M.; FALAGÁN, J.; MARTÍNEZ, C.; ANSOLA G.; DE LUIS, E. 2009. Huella ecológica del campus de Vegazana (Universidad de León). Una aproximación a su valor. Implicaciones en la sostenibilidad de la comunidad universitaria. *Seguridad y medio ambiente*. Vol. 113, pp. 38-51.

BANCO MUNDIAL. 2011a. *Indicadores. Emisiones de CO₂*. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT/countries/1W?display=map> (último acceso, enero 2012).

BANCO MUNDIAL. 2011b. *Indicadores. Emisiones de CO₂*. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT/countries/1W?display=default> (último acceso, enero 2012).

BERMEJO, R. 2001. *Economía sostenible. Principios, conceptos e instrumentos*. Bakeaz. Bilbao, España.

BERNER, R. A. 1994. Geocarb II: A revised model of atmospheric CO₂ over phanerozoic time. *American Journal of Science*. Vol. 294, pp. 56-91.

BROWN, S.; HALL, CH.; KNABE, W.; RAICH, J.; TREXLER, M.; WOOMER, P. 1993. Tropical forest: Their past, present and potential future role in the terrestrial carbon budget. *Water, Air and Soil Pollution*. Vol. 70, pp. 71-94.

CANO, A. 2001. *Economía y sostenibilidad en las grandes aglomeraciones urbanas. Aproximación al cálculo de la huella de Sevilla y sus áreas metropolitanas*. Sevilla Global S.A. España.

CARBALLO, A. 2010. *Ecoetiquetado de bienes y servicios para un desarrollo sostenible*. AENOR Ediciones. España.

CARBALLO, A.; VILLASANTE, C.S. 2007. *La huella ecológica de una economía cerrada: consideraciones teóricas sobre el ajuste del comercio en el marco del análisis de la huella*. Comunicación presentada en el “4º Encuentro Internacional Desarrollo Sostenible y Población” (5-22 junio, 2007). Universidad de Málaga.



CARBON TRUST. 2007. *PAS 2050:2008. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*. British Standards Institution. Reino Unido.

CASTILLA, F.; ESCRIBANO, R. 2008. *Guía de apoyo. Itinerarios por el Arboreto de Montes*. INATUR Sierra Norte S.L. España.

CHAMBERS, G. 2001. *Ecological Footprint. A technical Report to the STOA Panel*. Disponible en: <http://www.europarl.europa.eu/stoa/publications/studies/20000903_en.pdf> (último acceso, marzo 2010).

CMMAD. 1987. *Our Common Future*. United Nations. Estados Unidos de América.

COMISIÓN EUROPEA; 2010a. *Company GHG Emissions. A Study on Methods and Initiatives*. Environmental Resources Management. Manchester. Reino Unido.

COMISIÓN EUROPEA; 2010b. *Product Carbon Footprint. A Study on Methodologies and Initiatives*. Ernst & Young and Quantis. Manchester. Reino Unido.

DIXON, R.K.; BROWN, S.; HOUGHTON, R.A.; SOLOMON, A.M.; TREXLER, M.C.; WISNIEWSKI, J. 1994. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *Science*. Vol. 263, no 5144, pp.185-190.

DOMÉNECH, J.L. 2007. *Huella Ecológica y desarrollo sostenible*. AENOR Ediciones. España.

DOMÉNECH, J.L. 2010. *Hoja de cálculo de la huella de carbono-huella ecológica corporativa (MC3 Versión 2, 2010)*. Disponible en: <<http://www.huellaecologica.com/>> (último acceso, enero 2012).

DOMÉNECH, J.L.; CARBALLO, A.; JIMENEZ, L.; DE LA CRUZ, J.L. 2010. *Estándares 2010 de Huella de Carbono MC3*. Comunicación técnica presentada en el Congreso Nacional de Medio Ambiente CONAMA 10 (22-26 noviembre, 2010). Disponible en: <<http://www.telecable.es/personales/jldomen1/articulos/artihuella-estandares1110.pdf>> (último acceso, enero 2012).

ECCP. 2004. *Final Report. Working group Sinks Related to Agricultural Soils*. European Climate Change Programme.

E.T.S.I. DE MONTES. 2011. *Vista aérea de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid en su ubicación actual*. Disponible en: <<http://www.montes.upm.es/ETSIMontes/LaEscuela/Historia>> (último acceso, marzo 2011)

FAO. 2010. *The Estate of Food Insecurity in the World. Addressing Food Insecurity in Protracted Crises*. FAO. Italia.



FAO. 2011. *Global forest land-use change from 1990 to 2005. Initial results from a global remote sensing survey*. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/fra/remotesensingsuvery/es/> (último acceso, enero 2012).

FIDÉLIS, T. 2001. *Planeamiento Territorial a Ambiente. O caso da envolvente à Ria de Aveiro*. Principia, Publicações Universitárias e Científicas. Joao do Estoril, Portugal.

FISHER – KOWALSKY, M; HABERL, H. 1998. Sustainable development: socio-economic metabolism and colonization of nature. *International Social Science Journal*. Vol. 50, pp. 573-587.

GALLOPIN, G.C. 2006. *Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos*. Ponencia presentada en el Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formación y seguimiento de políticas (4-6 octubre 2006), Santiago de Chile.

GALLOPIN, G.C. 1997. *Indicators and their Use: Information for Decision-making. Sustainability Indicators*. Moldan & Billharz, Eds. Mexico.

GFN. 2007. *Footprint term glossary*. Global Footprint Network. Disponible en: <http://www.footprintnetwork.org> (último acceso, enero 2012).

GFN. 2006. *Global Footprint Network. National Footprint Accounts 2006. Academic version*. <http://www.footprintnetwork.org> (último acceso, enero 2012).

GONZALEZ LAXE, F. 2007. *Los indicadores de sostenibilidad como herramienta de evaluación*". *Ekonomiaz*. Vol. 64, pp. 300-329.

GOUDIE, A., 1990. *The Human Impact on the Natural Environment*. Basil Blackwell. Ltd. Reino Unido.

HOUGHTON, R.A.; WOODWELL, C.M. 1989. Global Climate Change. *Scientific American*. Vol. 260, pp. 36-40.

INHOFF, M.L.; BOUNOUA, L.; RICKETS, T.; LOUCKS, C; HARRIS, R.; LAWRENCE, W.T. 2004. Global patterns in human consumption of net primary production. *Nature*. Vol. 249, pp. 870-873.

IPCC. 1995: *Climate change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*. Cambridge University Press. Reino Unido.



IPCC. 2001: *Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press. Reino Unido y Estados Unidos de América.

IPCC. 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A.]. IPCC. Suiza.

JACOBS, M. 1996. *La economía verde. Medio Ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*. FUEM-Icaria. España.

LASHOF, D.A.; AHUJA, D.R. 1990. Relative Contributions of Greenhouse Gas Emissions to Global Warming. *Nature*. Vol. 344, pp. 529–531.

LOPEZ, N. 2008. *Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades*. Comunicación técnica. Congreso Nacional de Medio Ambiente CONAMA 9 (1-5 diciembre, 2008).

MARM. 2011. *Inventario de gases de efecto invernadero de España. Edición 2011 (serie 1990-2009). Sumario de resultados*. Secretaria de Estado de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. España.

MARTINEZ ALIER, J. 1998. *La economía ecológica como ecología humana*. Fundación César Manrique. España.

MARTINEZ, R. 1980. *Economía Planeta. Diccionario Enciclopédico*. Planeta. Barcelona.

MASERA, O. 1995. Carbon Mitigation Scenarios for Mexican Forests: Methodological Considerations and Results. *Interciencia*. Vol. 20, pp.388-395.

MEADOWS, D.H. 1998. *Indicators and Information Systems for Sustainable Development. A report to Balaton Group*. Disponible en: <<http://www.nssd.net/pdf/Donella.pdf>> (último acceso, abril 2009)

MMA. 2000. *Indicadores medioambientales: una propuesta para España*. Centro de Publicaciones. Mº de Medio Ambiente. España.

MOFFAT, I.; HANLEY, N.; ALLEN, S.; FUNDINGSLAND, M. 2001. *Sustainable prosperity: measuring resource efficiency. Report to sustainable development unit, department of the environment, transport and the regions*. University of Stirling. Reino Unido.



MONTOYA, G.; SOTO L.; DE JONG, B.; NELSON, K.; FARIAS, P.; YAKAC, P.; TAYLOR J.H.; TIPPER, R. 1995. Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas. *Cuadernos de trabajo* No. 4-INE. México, D.F.

MONTOYA, G. 2008. *Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas*. Instituto Nacional de Ecología. Escocia.

ODUM, H.T. 1996. *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision making*. Wiley. Estados Unidos de América.

OESE. 2010. *Informe basado en indicadores Edición 2010*. Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. España.

OSE. 2011. *Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono*. Observatorio de la Sostenibilidad en España, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación Biodiversidad, Fundación General de la Universidad de Alcalá. España.

OPSCHOOR, H.; REINJERS, E. 1991. *Towards sustainable development indicators*. En *In search of sustainable development*. Onno J.K., Verbruggen, H (eds.). Kluwer Academic Publishers. Estados Unidos de América.

OZCARIZ, J.; NOVO, M.; PRATS, F.; SEOANE, M.; TORREGO, A. 2008. *Cambio Global. España 2020's. El reto es actuar*. UCM y Fundación CONAMA. España.

QUIROGA, R.M. 2001. *Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Naciones Unidas. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Chile.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA. 2011. *El sistema eléctrico español en el 2010*. Red Eléctrica de España. España.

ROSEN, C. 2000. *World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*. Oxford University Press. Reino Unido.

SAMPSON, R.N.; APPS, M.; BROWN, S.; COLE, C.; DOWNING, J.; HEATH, L; OJIMA, O.; SMITH, T.; SOLOMON, A.; WISNIEWSKI, J. 1993. *Workshop Summary Statement: Terrestrial Biospheric Carbon Fluxes-quantification of Sinks and Sources on CO₂*. Water, Air and Soil Pollution. Vol. 70, pp. 3-15.

SCHIMMEL, D.S. 1995. *Terrestrial Ecosystems and The Carbon Cycle*. Global Change Biology. Vol. 1, pp.77-91.



SCHLESINGER, W.H. 1991. *Biogeochemistry: An analysis of global change*. Academic Press. Estados Unidos de América.

SCHNEIDER, S.H. 1989. The Greenhouse Effect: Science and Policy. *Science*. Vol. 243, pp. 771-781.

SIMMONS, C.; GONZALEZ, I.; LEWIS, K.; WIEDMANN, T.; GILJUM, S. 2006. *Methodology for determining global sectoral material consumption, carbon dioxide emissions and Ecological Footprints. Review Version 12*. Disponible en: http://www.bestfootforward.com/media/upload/images/casestudy/methodology_report_wwf_one_planet_business.pdf (última visita, febrero 2012)

SMITH, T.M.; CRAMER, W.P.; DIXON, R.K.; LEEMANS, R.; NEILSON, R.P.; SOLOMON, A.M. 1991. *The Global Terrestrial Carbon Cycle. Terrestrial Carbon Cycle. Water, Air and Soil Pollution. Biogeochemistry: An analysis of global change*. Academic Press. Estados Unidos de América.

SMITH, T.M.; CRAMER, W.P.; DIXON, R.K.; LEEMANS, R.; NEILSON, R.P.; SOLOMON, A.M. 1993. *The Global Terrestrial Carbon Cycle. Terrestrial Biospheric Carbon Fluxes: Quantification and Sources of CO₂*. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos.

TORREGROSA, J.I.; NAVARRO, C.G. 2009. *Estudio de la Huella Ecológica en el Campus de Alcoy de la UPV*. Comunicación técnica. XLIV Jornada DIFUTEC: Cambio Climático y Certificación EMAS. Universidad de Valencia (1 diciembre 2009). Disponible en: http://www.epsa.upv.es/formacioncomplementaria/difutec/63/44_ponencia_03.pdf (último acceso, enero 2012).

UE. 2005. *Green Public Procurement in Europe*. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/report_facts.pdf (última visita, febrero 2012)

UN. 2011. *Decenio internacional para la acción. El agua, fuente de vida 2005-2015*. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml> (último acceso, enero, 2012).

UN.1992. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Disponible en: http://unfccc.int/portal_espanol/documentacion/items/6221.php (último acceso, enero 2012).

UN. 1998. *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Disponible en: http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/historia/items/6216.php (último acceso, enero 2012).



UNEP. 2007. *Global Environment Outlook 4*. United Nations Environment Programme. Malta.

UNEP. 2004. *Recursos Mundiales 2004. Decisiones para la Tierra: equilibrio, voz y poder*. Ecosespaña y Fundación Biodiversidad. España.

UNEP-GRID-Arendal. 2004. *Vital Climate Graphics: the impacts of climate change*. Disponible en: < <http://www.grida.no/publications/vg/climate/>> (último acceso, enero 2012).

UNFCCC. 2009. *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. COP15. Dinamarca.

U.P.M. 2009. *Presupuestos ejercicio 2010*. Disponible en: <<http://www.upm.es/institucional/UPM/DatosEconomicos/Presupuestos/0068b5a97575b210VgnVCM10000009c7648aRCRD>> (último acceso, enero 2012).

U.P.M. 2010. *Memoria económica. Ejercicio 2009*. Disponible en: < <http://www.upm.es/institucional/UPM/DatosEconomicos/MemoriaEconomica>> (última visita, diciembre 2011).

U.P.M. 2011. *Memoria económica. Ejercicio 2010*. Disponible en: <<http://www.upm.es/institucional/UPM/DatosEconomicos/MemoriaEconomica/d654457822315310VgnVCM10000009c7648aRCRD>> (última visita, febrero 2012)

VITOUSECK, P.M.; MOONEY, J.L.; MELILLO, J.M. 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*. Vol. 277, pp. 494-499.

VITOUSECK, P.M.; EHRLICH, A.H.; MATSON, P.A. 1986. Human appropriation of the products of photosynthesis. *Bioscience*. Vol. 36, pp. 368-373.

WACKERNAGEL, M. 1991. *Using "appropriated carrying capacity" as an indicator: measuring the sustainability of a community*. Informe para la UBC Task force on Healthy and sustainable Communities. UBC School of Community and Regional Planning. Canadá.

WACKERNAGEL, M.; REES, W.Y. 1996. *Our ecological footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers. Estados Unidos de América.

WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, C.; SCHULZ, N.B.; ERB, K.H.; HABERL, H.; KAUSSEMAN, F. 2004. Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges. *Land use policy*. Vol. 21, pp 271-278.

WACKERNAGEL, M.; SCHULZ, N.; DEUMLING, D; CALLEJAS LINARES, A.; JENKINS, M.; KAPOV, V.; MONFREDA, C.; LOH, J.; MYERS, N.; NORGAARD, R.;



RANDERS, J. 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the National Academy of Science*. Vol. 99, pp. 9266-9271.

WACKERNAGEL, M.; LEWAN, E.; BORGSTRÖM, H. 1999. Evaluating the use of Natural capital with the Ecological Footprint. Application in Sweden and Subregions. *Ambio*. Vol. 28, pp. 604-612.

WACKERNAGEL, M. 1998. Footprints: Recent steps and possible traps. The author's reply to Roger Levett's reponse. *Local Environment*. Vol.3, pp. 221-225.

WACKERNAGEL, M; MONFREDI, C.; MORAN, D.; WERMER, P.; GOLDFINGER, S.; DEUMLING, D. 2005. *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method*. Global Footprint Network. Disponible en: <<http://www.footprintnetwork.org>> (último acceso, enero 2012).

WACKERNAGEL, M; DOLAKIA, R.; DEUMLING, D; RICHARDSON, D. 2000. *Redefining Progress, Assess your Household's Ecological Footprint 2.0, March 2000*. Disponible en: <http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls> (último acceso, enero 2012).

WRI-WBCSD. 2001. *The Greenhouse Gas Protocol. A corporate Accounting and Reporting Standard*. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. Disponible en: <<http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>> (última visita, enero 2012)

WRI-WBCSD. 2011a. *Green House Gas Protocol. Product Life Cycle. Accounting and Reporting Standard*. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. Disponible en: <<http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>> (último acceso, enero 2012).

WRI-WBCSD. 2011b. *Green House Gas Protocol. Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. Disponible en: <<http://www.ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>> (último acceso, enero 2012).

WWF.2000. *Living Planet Report 2000*. World Wide Fund For Nature (formerly World Wildlife Fund). Gland, Switzerland.

WWF.2010. *Living Planet Report 2010*. World Wide Fund for Nature (formerly World Wildlife Fund). Gland, Switzerland.



ANEXO1. ESTRUCTURA DE LOS GASTOS CORRIENTES Y DE LAS INVERSIONES DE LA UPM.

Tabla 1: Capítulo II Gastos corrientes en bienes y servicios.

Tabla 2: Capítulo VI Inversiones reales.

**Tabla 1: Capítulo II Gastos corrientes en bienes y servicios. Fuente: U.P.M (2009)**

CAPITULO II GASTOS CORRIENTES EN BIENES Y SERVICIOS	
Artículo 20 Arrendamientos y cánones	
202	Arrendamientos de edificios y otras construcciones
203	Arrendamiento de maquinaria, instalaciones y utillaje
204	Arrendamiento de material de transporte
205	Arrendamiento de mobiliario y enseres
206	Arrendamiento de equipos para procesos de la información
208	Arrendamiento de otro inmovilizado material
209	Cánones
Artículo 21 Reparaciones, mantenimiento y conservación	
210	Infraestructuras y bienes naturales
212	Edificios y otras construcciones
213	Maquinaria instalaciones y utillaje
214	Elementos de transporte
215	Mobiliario y enseres
216	Equipos para procesos de la información
219	Otro inmovilizado material
Artículo 22 Material, suministros y otros	
220	Material de oficina
220.00	Material ordinario no inventariable
220.01	Prensa, revista y otras publicaciones
220.02	Material informático no inventariable
220.08	Material fungible de biblioteca
221	Suministros
221.00	Energía eléctrica
221.01	Agua
221.02	Gas
221.03	Combustible
221.04	Vestuario
221.05	Productos alimenticios
221.06	Productos farmacéuticos
221.08	Suministros material deportivo y cultural
221.10	Material de laboratorio no inventariable
221.11	Suministros repuestos de maquinaria
221.12	Suministros material electrónico
221.99	Otros suministros
222	Comunicaciones
222.00	Telefónicas
222.01	Postales
222.02	Telegráficas
222.03	Télex y telefax
222.04	Informáticas
223	Transportes
224	Primas de seguros
225	Tributos
225.00	Tributos estatales
225.01	Tributos autonómicos
225.02	Tributos locales
226	Gastos diversos
226.01	Atenciones protocolarias y representativas
226.02	Publicidad y propaganda
226.03	Jurídicos contenciosos
226.06	Reuniones y conferencias
226.07	Oposiciones y pruebas selectividad



CAPITULO II GASTOS CORRIENTES EN BIENES Y SERVICIOS
226.09 Actividades culturales y deportivas
226.99 Otros gastos
227 Trabajos realizados por otras empresas
227.00 Limpieza y aseo
227.01 Seguridad
227.02 Valoraciones y peritajes
227.03 Postales
227.04 Custodia, depósito y almacenaje
227.05 Procesos electorales
227.06 Estudios y trabajos técnicos
227.07 Ma. Ap. Informáticas
227.09 Trabajos en el exterior
227.99 Otros
229 Otros gastos
Artículo 23 Indemnizaciones por razón del servicio
230 Dietas
230.00 Personal U.P.M.
230.01 Tribunales docentes
230.03 Tribunales Tesis Doctorales
230.07 Dietas habilitaciones
231 Locomoción
231.00 Personal U.P.M.
231.01 Tribunales docentes
231.03 Tribunales Tesis Doctorales
231.07 Locomoción habilitaciones
233 Otras indemnizaciones
233.00 Personal U.P.M.
233.01 Tribunales docentes
233.02 Tribunales P.A.S.
233.03 Tribunales Tesis Doctorales
233.04 Tribunales selectividad
233.06 Reuniones consejo escolar
233.07 Asistencias habilitados
233.08 Evaluaciones
233.09 Otras evaluaciones calidad centros
233.10 Formación impartida por personal U.P.M.
239 Otras indemnizaciones
Artículo 24 Gastos de publicidad, difusión y propaganda
240 Gastos de edición y propaganda



Tabla 2: Capítulo VI Inversiones reales. Fuente: U.P.M (2009)

CAPITULO VI INVERSIONES REALES
Artículo 60 Inversiones nuevas infraestructuras
600.00 Adquisición de terrenos y bienes naturales
601.02 Ob. de ur. y ac. de suelo
Artículo 61 Inversiones de reposición infraestructuras y bienes uso general
610.01 Inversiones de reposición en terrenos y bienes naturales
610.06 Otras inversiones de reposición en terrenos y bienes naturales
611.01 Reparación, mantenimiento y seguridad infraestructuras y bienes de uso general
611.03 Incorporación de remanente infraestructuras y bienes de uso general
Artículo 62 Inversión nueva
620 Inversión nueva
620.00 Obras en edificios y otras construcciones
620.01 Inversión nueva en material de laboratorio
620.02 Inversión nueva en maquinaria
620.03 Inversión nueva en instalaciones
620.04 Inversión nueva en utillaje
620.05 Inversión nueva en elementos de transporte
620.06 Inversión nueva en mobiliario y enseres
620.07 Inversión nueva Inversión nueva en equipos informáticos
620.08 Inversión nueva en fondos bibliográficos
620.09 Ot. ma. in.
620.10 Inversiones nuevas en la Escuela de Minas
620.11 Inversión nueva en otro inmovilizado
Artículo 63 Inversión de reposición
630 Inversión de reposición as. al fu. op. s.
630.00 Reposición en obras y otras construcciones
630.01 Reposición material laboratorio
630.02 Reposición en maquinaria
630.03 Reposición en instalaciones
630.04 Reposición en utillaje
630.05 Reposición en elementos de transporte
630.06 Reposición en mobiliario y enseres
630.07 Reposición en equipos de información
630.08 Restauración fondos bibliográficos
Artículo 64 Inversión de carácter inmaterial
640 Inversiones de carácter inmaterial
640.00 Colaboración del personal investigador
640.01 Colaboración becarios de investigación
640.02 Colaboración funcionarios doc. proyectos investigación
640.03 Colaboración funcionarios no doc. proyectos investigación
640.04 Personal laboral contratado proyectos investigación
640.05 Gastos seguridad social
640.06 Gastos material fungible
640.07 Material inventariable proyectos investigación
640.08 Viajes y dietas proyectos investigación
640.11 Otros gastos



ANEXO 2. ESTRUCTURA CONTABLE MODIFICADA.

Tabla 1: Tabla de correspondencias entre la estructura contable y las categorías de consumo de la matriz de consumo-superficie.

Tabla 1: Tabla de correspondencias entre la estructura contable y las categorías de consumo de la matriz de consumo superficie.

CLAVE	CONCEPTO CONTABLE	CATEGORÍA DE CONSUMO
205	ARRENDAMIENTO DE MOVILIARIO Y ENSERES	NO SE CONSUME
208	ARREMDAMIENTO DE OTRO INMOVILIZADO MATERIAL	NO SE CONSUME
212	REPARACION, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	
212.00	REPARACION, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE EDIFICIOS Y OTRAS CONSTRUCCIONES	
212.00.1	VIDRIO	Derivados del vidrio
212.00.2	QUIMICOS	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
212.00.3	PLASTICOS	Productos derivados del plástico
212.00.4	METALES	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
212.00.5	MANO DE OBRA	Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares
212.00.6	MADERA	Madera cortada, aserrada, cepillada
213		
213.00	REPARACION, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE MAQUINARIA, INSTALACIONES Y UTILLAJE	
213.00.1	MANTENIMIENTO, REPARACIONES Y REVISIONES	Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares
213.00.2	PRODUCTOS MECANICOS	Maquinaria industrial
213.00.3	METAL	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
213.00.4	PLASTICOS	Productos derivados del plástico
213.00.5	ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA	Aparatos eléctricos y electrónicos
214	ELEMENTOS DE TRANSPORTE	
214.00	REPARACION, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE ELEMENTOS DE TRANSPORTE	
214.00.1	MANTENIMIENTO, REPARACIONES Y REVISIONES	Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares
214.00.2	PLASTICOS	Productos derivados del plástico
214.00.3	ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA	Aparatos eléctricos y electrónicos

215	REPARACION, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE MOVILIARIO Y ENSERES	50% manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
		50% mobiliario de madera
216	REPARACION, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE EQUIPOS PARA EL PROCESO DE LA INFORMACION	50% aparatos eléctricos y electrónicos
		50 % servicios de oficina de alto valor añadido
220	MATERIAL DE OFICINA	
220.00	MATERIAL DE OFICINA NO INVENTARIABLE	
220.00.1	PAPEL	Papel, cartón y sus manufacturas
220.00.2	BOLIGRAFOS	Bolígrafos, lápices y plumas
220.00.3	PLASTICOS	Productos derivados del plástico
220.00.4	METALICOS	Artículos de oficina y papelería de metales comunes
220.00.5	QUIMICOS	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
220.00.6	PILAS	Pilas y acumuladores
220.01	PRENSA, REVISTA Y OTRAS PUBLICACIONES	Productos editoriales
220.02	MATERIAL INFORMATICO NO INVENTARIABLE	
220.02.1	TINTAS DE IMPRESIÓN	Tintas de impresión
220.02.2	PLASTICOS	Productos derivados del plástico
221	SUMINISTROS	
221.00	ENERGIA ELECTRICA	
221.01	AGUA	Uso alimentario
221.02	GAS	Gas natural
221.03	COMBUSTIBLES	
221.03.1	GASOLINA 98	Gasolina 98
221.03.2	GASOLINA 95	Gasolina 95
221.03.3	GASOLEO A	Gasoil A
221.03.4	GASOLEO C	Gasoil C

221.04	VESTUARIO	50 % textil sintético confeccionado
		50 % natural confeccionado algodón
221.10	MATERIAL DE LABORATORIO NO INVENTARIABLE	
221.10.1	<i>DERIVADOS DEL PAPEL</i>	Papel, cartón y sus manufacturas
221.10.2	<i>PRODUCTOS QUIMICOS</i>	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
221.10.3	<i>DERIVADOS DEL VIDRIO</i>	Derivados del vidrio
221.10.4	<i>DERIVADOS DEL PLASTICO</i>	Productos derivados del plástico
221.10.5	<i>DERIVADOS DEL METAL</i>	50% Productos básicos del hierro o del acero
		30% Productos básicos del cobre o níquel
		20% Productos básicos del aluminio y derivados
221.10.6	<i>DERIVADOS DE LA MADERA</i>	Madera cortada, aserrada, cepillada
221.11	SUMINISTRO DE REPUESTOS DE MAQUINARIA, UTILAJE Y ELEMENTOS DE TRANSPORTE	
221.11.1	<i>DERIVADOS DEL PAPEL</i>	Papel, cartón y sus manufacturas
221.11.2	<i>DERIVADOS DEL METAL</i>	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
221.11.3	<i>DERIVADOS DEL PLASTICO</i>	Productos derivados del plástico
221.11.4	<i>DERIVADOS DE QUIMICA</i>	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
221.11.5	<i>DERIVADOS TEXTIL</i>	50 % textil sintético confeccionado
		50 % natural confeccionado algodón
221.12	SUMINISTRO DE MATERIAL ELECTRONICO, ELECTRICO Y DE COMUNICACIONES	
221.12.1	<i>BOMBILLAS</i>	Aparatos eléctricos y electrónicos
221.12.2	<i>PLASTICO</i>	Productos derivados del plástico

221.99	OTROS SUMINISTROS	
221.99.1	DERIVADOS DEL PAPEL	Papel, cartón y sus manufacturas
221.99.2	DERIVADOS DEL PLASTICO	Productos derivados del plástico
221.99.3	DERIVADOS DEL METAL	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
221.99.4	DERIVADOS QUIMICOS	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
221.99.5	DERIVADOS DE LA MADERA	Madera cortada, aserrada, cepillada
221.99.6	DERIVADOS TEXTILES	50 % textil sintético confeccionado
		50 % natural confeccionado algodón
222	COMUNICACIONES	
222.00	TELEFONO	Servicios de teléfono
222.01	COMUNICACIONES POSTALES	Servicios de correo, paquetería y transporte
223	TRANSPORTES	Servicio transporte coche
224	PRIMAS DE SEGUROS	Servicios de oficina
225	TRIBUTOS	NO SE CONSUME
226	GASTOS DIVERSOS	
226.01	ATENCIONES PROTOCOLARIAS Y REPRESENTATIVAS	
226.01.1	COMIDA	Servicio de restaurante
226.01.2	FLORES	Plantas vivas y productos de la floricultura
226.06	REUNIONES Y CONFERENCIAS	
226.06.1	COMIDA	Servicio de restaurante
226.06.2	AUTOBUS	Servicio de transporte en autobús

227	TRABAJOS REALIZADOS POR OTRAS EMPRESAS	
227.00	TRABAJOS DE LIMPIEZA Y ASEO	
227.00.1	DERIVADOS DEL PAPEL	Papel, cartón y sus manufacturas
227.00.2	DERIVADOS QUIMICOS	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
227.06	ESTUDIOS Y TRABAJOS TECNICOS	
227.06.1	DERIVADOS DEL PAPEL	Papel, cartón y sus manufacturas
227.06.2	DERIVADOS DEL METAL	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
227.99	OTROS GASTOS DERIVADOS DE TRABAJOS REALIZADOS POR OTRAS EMPRESAS	
227.99.1	TRANSPORTE	Servicio de transporte de mercancías
227.99.2	DERIVADOS QUIMICOS	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
230	DIETAS	
230.00	DIETAS PERSONAL UPM	
230.00.1	COMIDA	Servicio de restaurante
230.00.2	ALOJAMIENTO	Servicio hotel
230.00.3	AVION	Servicio transporte avión
230.00.4	COCHE	Servicio transporte coche
230.03	DIETAS TRIBUNAL DE TESIS DOCTORAL	
230.03.1	COMIDA	Servicio de restaurante
230.03.2	ALOJAMIENTO	Servicio hotel
231	LOCOMOCION	
231.00	LOCOMOCION PERSONAL UPM	
231.00.1	COMIDA	Servicio de restaurante
231.00.2	ALOJAMIENTO	Servicio hotel
231.00.3	AVION	Servicio transporte avión

231.00.4	COCHE	Servicio transporte coche
231.00.5	TAXI	Servicio transporte coche
231.00.6	TREN	Servicio transporte tren
231.03	LOCOMOCION TRIBUNAL DE TESIS DOCTORAL	
231.03.1	AVION	Servicio transporte avión
231.03.2	COCHE	Servicio transporte coche
231.03.3	TAXI	Servicio transporte coche
231.03.4	TREN	Servicio transporte tren
620	INVERSION NUEVA	
620.01	INVERSION NUEVA EN MATERIAL DE LABORATORIO	
620.01.1	DERIVADOS DEL VIDRIO	Derivados del vidrio
620.01.2	DERIVADOS DEL PLASTICO	Productos derivados del plástico
620.01.3	DERIVADOS DEL METAL	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
620.01.4	MAQUINARIA	Aparatos de medición
620.03	INVERSION NUEVA EN INSTALACIONES	
620.03.1	MAQUINARIA	Maquinaria industrial
620.03.2	METAL	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
620.03.3	ELECTRONICA	Aparatos eléctricos y electrónicos
620.03.4	OBRA	Obra: edificio de fabrica u hormigón
620.04	INVERSION NUEVA EN UTILLAJE	
620.04.1	DERIVADOS METALICOS	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
620.04.2	MAQUINARIA SENCILLA	Aparatos eléctricos y electrónicos
620.06	INVERSION NUEVA EN MOBILIARIO Y ENSERES	
620.06.1	DERIVADO DEL PLASTICO	Productos derivados del plástico
620.06.2	DERIVADO DEL METAL	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas

620.06.3	ARTICULOS DE MADERA	Madera cortada, aserrada, cepillada
620.06.4	ELECTRONICA	Aparatos eléctricos y electrónicos
620.06.5	VIDRIO	Derivados del vidrio
620.07	INVERSION NUEVA EN EQUIPAMIENTO PARA PROCESOS DE LA INFORMACION	Aparatos eléctricos y electrónicos
620.08	INVERSION NUEVA EN FONDOS BIBLIOGRAFICOS	Productos editoriales
630	INVERSION DE REPOSICION	
630.00	INVERSION DE REPOSICION EN OBRAS Y OTRAS CONSTRUCCIONES	
630.00.1	DERIVADOS METALICOS	Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas
630.00.2	DERIVADOS PLASTICOS	Productos derivados del plástico
630.00.3	DERIVADOS QUIMICOS	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
630.00.4	ARTICULOS DE MADERA	Madera cortada, aserrada, cepillada
630.00.5	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Obra: movimiento de tierra
630.00.6	ALBAÑILERIA	Obra: edificio de fabrica u hormigón
630.00.7	BENEFICIO	---
630.03	INVERSION DE REPOSICION EN INSTALACIONES	
630.03.1	PLASTICOS	Productos derivados del plástico
630.03.2	ELECTRICIDAD	Aparatos eléctricos y electrónicos
630.03.3	MADERA	Madera cortada, aserrada, cepillada
630.03.4	METALES	Aluminio
630.03.5	ALBAÑILERIA	Obra: edificio de fabrica u hormigón
630.03.6	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Obra: movimiento de tierra
630.03.7	QUIMICOS	Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, insecticidas, fungicidas, etc.
630.03.8	BENEFICIOS	---
630.03.9	MAQUINARIA	Maquinaria industrial
630.07	INVERSION EN REPOSICION EN EQUIPAMIENTO PARA PROCESOS DE INFORMACION	Aparatos eléctricos y electrónicos



ANEXO 3. RESULTADOS DETALLADOS POR CONCEPTOS, SUBCONCEPTOS Y UNIDADES DE MATERIAL DEL INVENTARIO ECONÓMICO.

Tabla 1 Inventario de gastos generales correspondiente a los gastos generales de la Escuela.

Tabla 2 Inventario de gastos generales correspondiente a los gastos generales de los Departamentos.

**Tabla 1 Inventario de gastos generales correspondiente a los gastos generales de la Escuela.**

Clave	Cuantía	Clave	Cuantía	Clave	Cuantía
205	9.907,02 €	221.11	2.906,10 €	231.00.3	20,67 €
208	301,70 €	221.11.1	0,00 €	231.00.4	147,25 €
212	35.796,08 €	221.11.2	2.386,45 €	231.00.5	14,56 €
212.00	35.796,08 €	221.11.3	358,48 €	231.00.6	2,78 €
212.00.1	359,71 €	221.11.4	132,08 €	231.03	1.225,91 €
212.00.2	18.556,18 €	221.11.5	29,09 €	231.03.1	611,80 €
212.00.3	6.998,02 €	221.12	3.192,29 €	231.03.2	287,78 €
212.00.4	4.813,89 €	221.12.1	2.255,21 €	231.03.3	107,24 €
212.00.5	4.875,64 €	221.12.2	937,09 €	231.03.4	219,08 €
212.00.6	192,64 €	221.99	17.226,38 €	233	0,00 €
213	24.839,91 €	221.99.1	4.310,34 €	233.03	0,00 €
213.00	24.839,91 €	221.99.2	4.120,83 €	620	87.969,97 €
213.00.1	21.865,27 €	221.99.3	2.166,04 €	620.01	0,00 €
213.00.2	599,64 €	221.99.4	3.560,73 €	620.01.1	0,00 €
213.00.3	17,36 €	221.99.5	1.951,76 €	620.01.2	0,00 €
213.00.4	483,40 €	221.99.6	1.116,68 €	620.01.3	0,00 €
213.00.5	1.874,24 €	222	34.208,76 €	620.01.4	0,00 €
214	855,96 €	222.00	30.395,53 €	620.03	42.163,68 €
214.00	855,96 €	222.01	3.813,23 €	620.03.1	20.086,28 €
214.00.1	743,32 €	223	0,00 €	620.03.2	1.155,68 €
214.00.2	82,64 €	224	719,94 €	620.03.3	12.550,72 €
214.00.3	30,00 €	225	175,00 €	620.03.4	8.371,00 €
215	1.722,15 €	226	52.558,87 €	620.04	76,85 €
216	862,99 €	226.01	14.744,03 €	620.04.1	0,00 €
220	36.524,05 €	226.01.1	12.502,67 €	620.04.2	76,85 €
220.00	27.438,64 €	226.01.2	2.241,35 €	620.06	26.748,53 €
220.00.1	25.834,83 €	226.06	37.814,84 €	620.06.1	560,14 €
220.00.2	516,67 €	226.06.1	1.705,54 €	620.06.2	8.148,53 €
220.00.3	595,37 €	226.06.2	36.109,30 €	620.06.3	6.458,05 €
220.00.4	226,31 €	226.99	0,00 €	620.06.4	9.694,36 €
220.00.5	265,46 €	227	15.462,95 €	620.06.5	1.887,45 €
220.00.6	0,00 €	227.00	5.222,29 €	620.07	18.980,91 €
220.01	253,41 €	227.00.1	2.508,88 €	620.08	0,00 €
220.02	8.831,99 €	227.00.2	2.713,40 €	630	103.134,57 €
220.02.1	8.744,63 €	227.06	4.531,58 €	630.00	60.373,07 €
220.02.2	87,37 €	227.06.1	2.235,42 €	630.00.1	25.828,58 €
221	280.380,69 €	227.06.2	2.296,16 €	630.00.2	9.141,75 €
221.00	166.813,37 €	227.99	5.709,08 €	630.00.3	2.303,93 €
221.01	53.290,63 €	227.99.1	2.537,71 €	630.00.4	1.405,95 €
221.02	11.227,00 €	227.99.2	3.171,37 €	630.00.5	2.349,07 €
221.03	25.683,53 €	230	6.415,44 €	630.00.6	9.033,77 €
221.03.1	1.185,15 €	230.00	5.882,62 €	630.00.7	10.310,02 €
221.03.2	354,62 €	230.00.1	2.642,19 €	630.03	42.270,80 €
221.03.3	170,19 €	230.00.2	1.958,15 €	630.03.1	5.493,04 €
221.03.4	23.973,58 €	230.00.3	980,59 €	630.03.2	11.524,43 €
221.04	41,38 €	230.00.4	301,69 €	630.03.3	3.202,10 €
221.10	0,00 €	230.03	532,82 €	630.03.4	2.971,55 €
221.10.1	0,00 €	230.03.1	322,77 €	630.03.5	11.857,38 €



ANEXOS

221.10.2	0,00 €	230.03.2	210,05 €	630.03.6	1.969,95 €
221.10.3	0,00 €	231	1.534,18 €	630.03.7	2.563,05 €
221.10.4	0,00 €	231.00	308,27 €	630.03.8	2.114,95 €
221.10.5	0,00 €	231.00.1	95,98 €	630.03.9	574,36 €
221.10.6	0,00 €	231.00.2	27,03 €	630.07	490,70 €

Tabla 2 Inventario de gastos generales correspondiente a los gastos generales de los Departamentos.

Clave	Cuantía	Clave	Cuantía	Clave	Cuantía
205	0,00 €	221.11	15,60 €	231.00.3	0,00 €
208	0,00 €	221.11.1	7,10 €	231.00.4	0,00 €
212	0,00 €	221.11.2	8,50 €	231.00.5	0,00 €
212.00	0,00 €	221.11.3	0,00 €	231.00.6	0,00 €
212.00.1	0,00 €	221.11.4	0,00 €	231.03	0,00 €
212.00.2	0,00 €	221.11.5	0,00 €	231.03.1	0,00 €
212.00.3	0,00 €	221.12	0,00 €	231.03.2	0,00 €
212.00.4	0,00 €	221.12.1	0,00 €	231.03.3	0,00 €
212.00.5	0,00 €	221.12.2	0,00 €	231.03.4	0,00 €
212.00.6	0,00 €	221.99	0,00 €	233	0,00 €
213	3.813,98 €	221.99.1	0,00 €	233.03	0,00 €
213.00	3.813,98 €	221.99.2	0,00 €	620	30.580,79 €
213.00.1	1.056,00 €	221.99.3	0,00 €	620.01	5.643,75 €
213.00.2	1.261,07 €	221.99.4	0,00 €	620.01.1	841,12 €
213.00.3	0,00 €	221.99.5	0,00 €	620.01.2	262,86 €
213.00.4	0,00 €	221.99.6	0,00 €	620.01.3	248,42 €
213.00.5	1.496,91 €	222	0,00 €	620.01.4	4.291,35 €
214	0,00 €	222.00	0,00 €	620.03	1.344,00 €
214.00	0,00 €	222.01	0,00 €	620.03.1	0,00 €
214.00.1	0,00 €	223	1.870,79 €	620.03.2	0,00 €
214.00.2	0,00 €	224	0,00 €	620.03.3	1.344,00 €
214.00.3	0,00 €	225	0,00 €	620.03.4	0,00 €
215	261,01 €	226	3.523,00 €	620.04	457,82 €
216	253,58 €	226.01	0,00 €	620.04.1	122,82 €
220	28.323,05 €	226.01.1	0,00 €	620.04.2	335,00 €
220.00	11.064,05 €	226.01.2	0,00 €	620.06	2.970,89 €
220.00.1	6.091,67 €	226.06	3.523,00 €	620.06.1	93,60 €
220.00.2	2.092,87 €	226.06.1	145,85 €	620.06.2	279,41 €
220.00.3	1.752,81 €	226.06.2	3.304,22 €	620.06.3	0,00 €
220.00.4	650,70 €	226.99	0,00 €	620.06.4	2.597,88 €
220.00.5	286,02 €	227	1.996,07 €	620.06.5	0,00 €
220.00.6	189,99 €	227.00	0,00 €	620.07	16.374,49 €
220.01	63,05 €	227.00.1	0,00 €	620.08	3.789,84 €
220.02	17.195,95 €	227.00.2	0,00 €	630	0,00 €
220.02.1	16.343,87 €	227.06	1.974,38 €	630.00	0,00 €
220.02.2	1.567,14 €	227.06.1	1.084,38 €	630.00.1	0,00 €
221	12.884,36 €	227.06.2	890,00 €	630.00.2	0,00 €
221.00	0,00 €	227.99	21,69 €	630.00.3	0,00 €
221.01	0,00 €	227.99.1	21,69 €	630.00.4	0,00 €
221.02	0,00 €	227.99.2	0,00 €	630.00.5	0,00 €
221.03	0,00 €	230	256,33 €	630.00.6	0,00 €



ANEXOS

221.03.1	0,00 €	230.00	256,33 €	630.00.7	0,00 €
221.03.2	0,00 €	230.00.1	128,17 €	630.03	0,00 €
221.03.3	0,00 €	230.00.2	128,17 €	630.03.1	0,00 €
221.03.4	0,00 €	230.00.3	0,00 €	630.03.2	0,00 €
221.04	0,00 €	230.00.4	0,00 €	630.03.3	0,00 €
221.10	12.868,76 €	230.03	0,00 €	630.03.4	0,00 €
221.10.1	88,47 €	230.03.1	0,00 €	630.03.5	0,00 €
221.10.2	7.110,28 €	230.03.2	0,00 €	630.03.6	0,00 €
221.10.3	499,27 €	231	0,00 €	630.03.7	0,00 €
221.10.4	2.461,78 €	231.00	0,00 €	630.03.8	0,00 €
221.10.5	1.814,68 €	231.00.1	0,00 €	630.03.9	0,00 €
221.10.6	894,28 €	231.00.2	0,00 €	630.07	0,00 €



ANEXO 4. RESULTADOS DEL MUESTREO POR DÍAS CORRESPONDIENTE A LOS RESIDUOS NO PELIGROSOS.

Tabla 1 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 1

Tabla 2 Inventario de residuos por categorías registrados el día 1

Tabla 3 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 2

Tabla 4 Inventario de residuos por categorías registrados el día 2

Tabla 5 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 3

Tabla 6 Inventario de residuos por categorías registrados el día 3

Tabla 7 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 4

Tabla 8 Inventario de residuos por categorías registrados el día 4

**Día 1**

Número de trabajadores registrados: 7

Tabla 1 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 1

Bolsa	Tipo de residuo	Peso 1 (kg)	Peso 2 (kg)	Peso 3 (kg)	Peso medio (kg)
1	Papel y cartón	5,72	5,68	5,72	5,71
2	Papel y cartón	2,66	2,74	2,78	2,73
3	Residuos asimilables	4,84	4,88	4,90	4,87
4	Residuos asimilables	5,04	5,04	5,04	5,04
5	Residuos asimilables	2,62	2,58	2,56	2,59
6	Residuos asimilables	2,14	2,10	2,14	2,13
7	Residuos asimilables	6,20	6,20	6,20	6,20
8	Residuos asimilables	1,16	1,18	1,16	1,17

Tabla 2 Inventario de residuos por categorías registrados el día 1

Tipo de residuo	Peso (kg)
Papel y cartón	8,43
Residuos asimilables	21,99
Envases ligeros	0,00

**Día 2**

Número de trabajadores registrados: 10

Tabla 3 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 2

Bolsa	Tipo de residuo	Peso 1 (kg)	Peso 2 (kg)	Peso 3 (kg)	Peso medio (kg)
1	Papel y cartón	0,14	0,14	0,14	0,14
2	Papel y cartón	2,94	2,94	2,94	2,94
3	Papel y cartón	9,08	9,08	9,02	9,06
4	Papel y cartón	3,20	3,22	3,22	3,21
5	Papel y cartón	8,26	8,24	8,28	8,26
6	Papel y cartón	6,26	6,52	6,56	6,45
7	Residuos asimilables	0,36	0,32	0,38	0,35
8	Residuos asimilables	2,16	2,18	2,16	2,17
9	Residuos asimilables	4,14	4,20	4,22	4,19
10	Residuos asimilables	2,48	2,46	2,44	2,46
11	Residuos asimilables	6,00	6,04	6,06	6,03
12	Residuos asimilables	4,00	4,08	4,00	4,03
13	Residuos asimilables	4,78	4,72	4,74	4,75
14	Envases ligeros	2,52	2,56	2,58	2,55
15	Envases ligeros	14,20	14,9	14,34	14,48

Tabla 4 Inventario de residuos por categorías registrados el día 2

Tipo de residuo	Peso medio (kg)
Papel y cartón	30,06
Residuos asimilables	23,97
Envases ligeros	17,03

**Día 3**

Número de trabajadores registrados: 7

Tabla 5 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 3

Bolsa	Tipo de residuo	Peso 1 (kg)	Peso 2 (kg)	Peso 3 (kg)	Peso medio (kg)
1	Papel y cartón	1,80	1,78	1,82	1,80
2	Papel y cartón	3,40	3,40	3,40	3,40
3	Papel y cartón	1,80	1,84	1,82	1,82
4	Papel y cartón	1,28	1,24	1,32	1,28
5	Residuos asimilables	3,32	3,24	3,34	3,30
6	Residuos asimilables	1,27	1,30	1,28	1,28
7	Residuos asimilables	2,25	2,27	2,32	2,28
8	Residuos asimilables	6,52	6,45	6,47	6,48
9	Residuos asimilables	2,16	2,15	2,11	2,14
10	Residuos asimilables	2,89	2,91	2,93	2,91
11	Envases ligeros	0,46	0,45	0,53	0,48

Tabla 6 Inventario de residuos por categorías registrados el día 3

Tipo de residuo	Peso medio (kg)
Papel y cartón	8,30
Residuos asimilables	18,39
Envases ligeros	0,48

**Día 4**

Número de trabajadores registrados: 6

Tabla 7 Inventario de residuos por bolsas y categorías registrados el día 4

Bolsa	Tipo de residuo	Peso 1 (kg)	Peso 2 (kg)	Peso 3 (kg)	Peso medio (kg)
1	Papel y cartón	1,68	1,73	1,69	1,70
2	Papel y cartón	5,24	5,39	5,27	5,30
3	Papel y cartón	2,87	2,88	2,83	2,86
4	Papel y cartón	1,82	1,78	1,74	1,78
5	Papel y cartón	1,49	1,43	1,31	1,41
6	Residuos asimilables	0,93	0,93	0,93	0,93
7	Residuos asimilables	2,68	2,59	2,59	2,62
8	Residuos asimilables	3,66	3,69	3,63	3,66
9	Residuos asimilables	1,14	1,05	1,05	1,08
10	Envases ligeros	1,37	1,42	1,53	1,44
11	Envases ligeros	0,50	0,66	0,46	0,54

Tabla 8 Inventario de residuos por categorías registrados el día 4

Tipo de residuo	Peso medio (kg)
Papel y cartón	13,05
Residuos asimilables	8,29
Envases ligeros	1,98





ANEXO 5. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA DE CARBONO CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LA ESCUELA ORGANIZADOS SEGÚN CATEGORÍAS DE CONSUMO.

Tabla 1. Huella de Carbono de los materiales no orgánicos adquiridos por la Escuela.

Tabla 2. Huella de Carbono de los materiales asociados a las obras realizadas en la Escuela.

Tabla 3. Huella de Carbono asociada a los servicios contratados por la Escuela.

Tabla 4. Huella de Carbono asociada a los recursos de origen forestal adquiridos por la Escuela.

Tabla 5. Huella de Carbono asociada a los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por la Escuela.

Tabla 6. Huella de Carbono asociada a los residuos no peligrosos generados en la Escuela.

Tabla 7. Huella de Carbono asociada a los usos de suelo.

**Tabla 1. Huella de Carbono de los materiales no orgánicos adquiridos por la Escuela.**

MATERIALES Y SERVICIOS			
Materiales	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Aluminio	19,18	0,00	19,18
Aparatos de medición	0,00	0,00	0,00
Aparatos eléctricos y electrónicos	73,98	0,00	73,98
Artículos de oficina y papelería de metales comunes	0,16	0,00	0,16
Bolígrafos, lápices y plumas	0,33	0,00	0,33
Derivados del vidrio	6,47	0,00	6,47
Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	52,19	0,00	52,19
Maquinaria industrial	34,93	0,00	34,93
Pilas y acumuladores	0,00	0,00	0,00
Productos básicos del aluminio y derivados	0,00	0,00	0,00
Productos básicos del cobre o níquel	0,00	0,00	0,00
Productos básicos del hierro o del acero	0,00	0,00	0,00
Productos derivados del plástico	149,83	0,00	149,83
Productos químicos	112,09	0,00	112,09
Textil sintético confeccionado	0,66	0,00	0,66
Tintas de impresión	121,09	0,00	121,09
	570,91	0,00	570,91

Tabla 2. Huella de Carbono de los materiales asociados a las obras realizadas en la Escuela.

Obras	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Energía	15,98	0,00	15,98
Ciclo de vida (Energía)	0,49	0,00	0,49
Cemento	2,81	0,00	2,81
Productos siderúrgicos	10,96	0,00	10,96
Ligantes bituminosos	0,00	0,00	0,00
Ladrillos y refractarios	2,46	0,00	2,46
Madera	2,30	19,23	21,53
Cobre	0,00	0,00	0,00
	35,01	19,23	54,23

**Tabla 3. Huella de Carbono asociada a los servicios contratados por la Escuela.**

Servicios	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Hotel	0,36	0,00	0,36
Restaurante	3,78	0,00	3,78
Servicios de correo, paquetería y transporte	3,13	0,00	3,13
Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	11,65	0,00	11,65
Servicios de oficina	0,08	0,00	0,08
Servicios de oficina de alto valor añadido	0,02	0,00	0,02
Servicios de teléfono	6,65	0,00	6,65
Transporte en avión	1,35	0,00	1,35
Transporte en coche	0,47	0,00	0,47
Transporte en tren	0,11	0,00	0,11
Servicio de transporte de mercancías	1,67	0,00	1,67
Servicio de transporte en autobús	29,63	0,00	29,63
	58,89	0,00	58,89

Tabla 4. Huella de Carbono asociada a los recursos de origen forestal adquiridos por la Escuela.

RECURSOS FORESTALES	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Madera cortada, aserrada, cepillada	27,56	115,32	142,88
Mobiliario de madera	1,93	0,81	2,73
Papel, cartón y sus manufacturas	123,43	178,60	302,03
Productos editoriales	0,38	0,38	0,76
	153,30	295,10	448,40

Tabla 5. Huella de Carbono asociada a los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por la Escuela.

PRODUCTOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Plantas vivas y productos de la floricultura	0,18	0,00	0,18	5,38
Textil natural confeccionado algodón	1,29	0,00	1,29	0,34
	1,47	0,00	1,47	5,72

**Tabla 6. Huella de Carbono asociada a los residuos no peligrosos generados en la Escuela.**

RESIDUOS NO PELIGROSOS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Residuos urbanos y asimilables (vertedero)	0,03	0,00	0,04
Residuos urbanos y asimilables (incineración)			
Orgánicos (alimentos)	0,00	0,00	0,00
Papel y cartón	0,08	0,00	0,09
Envases ligeros (plástico, latas, brik)	0,23	0,01	0,24
Vidrio	0,00	0,00	0,00
Residuos de construcción y demolición	0,00	0,00	0,00
	0,35	0,01	0,36

Tabla 7. Huella de Carbono asociada a los usos de suelo.

USOS DE SUELO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Cultivos	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastos y jardines	0,00	0,00	0,00	0,00
Arbolado	0,00	0,00	0,00	17,93
Construido, asfaltado, erosionado.	0,00	9,80	9,80	0,00
Acuicultura	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	9,80	9,80	17,93



ANEXO 6. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA DE CARBONO CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LA ESCUELA ORGANIZADOS SEGÚN CONCEPTOS CONTABLES.

Tabla 1. Huella de Carbono correspondiente al concepto 212 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 2. Huella de Carbono correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 3. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 4. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.02 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 5. Huella de Carbono correspondiente al concepto 221 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 6. Huella de Carbono correspondiente al concepto 226 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 7. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 226.06 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 8. Huella de Carbono correspondiente al concepto 227 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 9. Huella de Carbono correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 10. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 620.03 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 11. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 620.06 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 12. Huella de Carbono correspondiente al concepto 630 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 13. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 630.00 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 14. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 630.03 de los gastos generales de la Escuela.

**Tabla 1. Huella de Carbono correspondiente al concepto 212 de los gastos generales de la Escuela.**

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
212.00.1	1,04	0,00	1,04	0,002880
212.00.2	62,53	0,00	62,53	0,003370
212.00.3	36,33	0,00	36,33	0,005192
212.00.4	5,27	0,00	5,27	0,001095
212.00.5	2,07	0,00	2,07	0,000424
212.00.6	0,40	1,68	2,08	0,010815
TOTAL	107,64	1,68	109,32	0,003054

Tabla 2. Huella de Carbono correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
220.00	95,87	132,25	228,12	0,008314
220.01	0,38	0,38	0,76	0,002998
220.02	121,54	0,00	121,54	0,013762
TOTAL	217,79	132,63	350,42	0,009594

Tabla 3. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
220.00.1	91,40	132,25	223,65	0,008657
220.00.2	0,33	0,00	0,33	0,000631
220.00.3	3,09	0,00	3,09	0,005192
220.00.4	0,16	0,00	0,16	0,000699
220.00.5	0,89	0,00	0,89	0,003370
220.00.6	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	95,87	132,25	228,12	0,008314

Tabla 4. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.02 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
220.02.1	121,09	0,00	121,09	0,0138473
220.02.2	0,45	0,00	0,45	0,005192
TOTAL	121,54	0,00	121,54	0,013762

**Tabla 5. Huella de Carbono correspondiente al concepto 221 de los gastos generales de la Escuela.**

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
221.00	907,86	0,03	907,89	0,005443
221.01	3,37	68,53	71,90	0,001349
221.02	58,29	0,00	58,29	0,005192
221.03	117,81	0,00	117,81	0,004587
221.04	0,07	0,00	0,07	0,001644
221.10	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.11	4,97	0,00	4,97	0,001709
221.12	7,75	0,00	7,75	0,002427
221.99	56,92	39,10	96,02	0,005574
TOTAL	1157,03	107,66	1264,69	0,004511

Tabla 6. Huella de Carbono correspondiente al concepto 226 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
226.01	2,91	0,00	2,91	0,000198
226.06	30,01	0,00	30,01	0,000793
TOTAL	32,92	0,00	32,92	0,000626

Tabla 7. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 226.06 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
226.06.1	0,37	0,00	0,37	0,000219
226.06.2	29,63	0,00	29,63	0,000821
TOTAL	30,01	0,00	30,01	0,000793

Tabla 8. Huella de Carbono correspondiente al concepto 227 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
227.00	18,02	12,84	30,86	0,005910
227.06	10,42	11,44	21,87	0,004825
227.99	12,35	0,00	12,35	0,002164
TOTAL	40,79	24,29	65,08	0,004209

**Tabla 9. Huella de Carbono correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de la Escuela.**

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
620.01	0,00	0,00	0,00	0,000000
620.03	58,11	5,50	63,61	0,001509
620.04	0,10	0,00	0,10	0,001278
620.06	43,12	56,37	99,50	0,003720
620.07	24,25	0,00	24,25	0,001278
620.08	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	125,58	61,87	187,45	0,002131

Tabla 10. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 620.03 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
620.03.1	33,01	0,00	33,01	0,001643
620.03.2	1,27	0,00	1,27	0,001095
620.03.3	16,03	0,00	16,03	0,001278
620.03.4	7,80	5,50	13,30	0,001589
TOTAL	58,11	5,50	63,61	0,001509

Tabla 11. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 620.06 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
620.06.1	2,91	0,00	2,91	0,005192
620.06.2	8,92	0,00	8,92	0,001095
620.06.3	13,47	56,37	69,85	0,010815
620.06.4	12,39	0,00	12,39	0,001278
620.06.5	5,44	0,00	5,44	0,002880
TOTAL	43,12	56,37	99,50	0,003720

**Tabla 12. Huella de Carbono correspondiente al concepto 630 de los gastos generales de la Escuela.**

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
630.00	99,06	18,21	117,27	0,001942
630.03	93,26	35,74	129,00	0,003052
630.07	0,63	0,00	0,63	0,001278
TOTAL	192,95	53,95	246,90	0,001278

Tabla 13. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 630.00 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
630.00.1	28,27	0,00	28,27	0,001095
630.00.2	47,46	0,00	47,46	0,005192
630.00.3	7,76	0,00	7,76	0,003370
630.00.4	2,93	12,27	15,21	0,010815
630.00.5	4,21	0,00	4,21	0,001791
630.00.6	8,42	5,94	14,35	0,001589
630.00.7	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	99,06	18,21	117,27	0,001942

Tabla 14. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 630.03 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
630.03.1	28,52	0,00	28,52	0,005192
630.03.2	14,72	0,00	14,72	0,001278
630.03.3	6,68	27,95	34,63	0,010815
630.03.4	19,18	0,00	19,18	0,006454
630.03.5	11,05	7,79	18,84	0,001589
630.03.6	3,53	0,00	3,53	0,001791
630.03.7	8,64	0,00	8,64	0,003370
630.03.8	0,00	0,00	0,00	0,000000
630.03.9	0,94	0,00	0,94	0,001643
TOTAL	93,26	35,74	129,00	0,003052





ANEXO 7. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA DE CARBONO CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LOS DEPARTAMENTOS ORGANIZADOS SEGÚN CATEGORÍAS DE CONSUMO.

Tabla 1. Huella de Carbono correspondiente a los materiales no orgánicos adquiridos por los Departamentos.

Tabla 2. Huella de Carbono correspondiente a los materiales asociados a las obras realizadas por los Departamentos.

Tabla 3. Huella de Carbono asociada a los servicios contratados por los Departamentos

Tabla 4. Huella de Carbono asociada a los productos derivados de los recursos forestales adquiridos por los Departamentos.

Tabla 5. Huella de Carbono correspondiente a los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por los Departamentos.

Tabla 6. Huella de Carbono correspondiente a los residuos peligrosos generados en los Departamentos.

**Tabla 1. Huella de Carbono correspondiente a los materiales no orgánicos adquiridos por los Departamentos.**

MATERIALES Y SERVICIOS			
Materiales	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Aluminio	0,00	0,00	0,00
Aparatos de medición	9,36	0,00	9,36
Aparatos eléctricos y electrónicos	28,46	0,00	28,46
Artículos de oficina y papelería de metales comunes	0,45	0,00	0,45
Bolígrafos, lápices y plumas	1,32	0,00	1,32
Derivados del vidrio	3,86	0,00	3,86
Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	1,84	0,00	1,84
Maquinaria industrial	2,07	0,00	2,07
Pilas y acumuladores	0,60	0,00	0,60
Productos básicos del aluminio y derivados	0,62	0,00	0,62
Productos básicos del cobre o níquel	1,16	0,00	1,16
Productos básicos del hierro o del acero	1,87	0,00	1,87
Productos derivados del plástico	31,87	0,00	31,87
Productos químicos	24,92	0,00	24,92
Textil sintético confeccionado	0,00	0,00	0,00
Tintas de impresión	226,32	0,00	226,32
	334,72	0,00	334,72

Tabla 2. Huella de Carbono correspondiente a los materiales asociados a las obras realizadas por los Departamentos.

Obras	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Energía	0,00	0,00	0,00
Ciclo de vida (Energía)	0,00	0,00	0,00
Cemento	0,00	0,00	0,00
Productos siderúrgicos	0,00	0,00	0,00
Ligantes bituminosos	0,00	0,00	0,00
Ladrillos y refractarios	0,00	0,00	0,00
Madera	0,00	0,00	0,00
Cobre	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00

**Tabla 3. Huella de Carbono asociada a los servicios contratados por los Departamentos**

Servicios	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Hotel	0,02	0,00	0,02
Restaurante	0,06	0,00	0,06
Servicios de correo, paquetería y transporte	0,00	0,00	0,00
Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	0,45	0,00	0,45
Servicios de oficina	0,00	0,00	0,00
Servicios de oficina de alto valor añadido	0,01	0,00	0,01
Servicios de teléfono	0,00	0,00	0,00
Transporte en avión	0,00	0,00	0,00
Transporte en coche	1,02	0,00	1,02
Transporte en tren	0,00	0,00	0,00
Servicio de transporte de mercancías	0,01	0,00	0,01
Servicio de transporte en autobús	2,71	0,00	2,71
	4,28	0,00	4,28

Tabla 4. Huella de Carbono asociada a los productos derivados de los recursos forestales adquiridos por los Departamentos.

RECURSOS FORESTALES	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Madera cortada, aserrada, cepillada	1,87	7,81	9,67
Mobiliario de madera	0,29	0,12	0,41
Papel, cartón y sus manufacturas	25,73	37,22	62,95
Productos editoriales	5,82	5,73	11,55
	33,70	50,89	84,58

Tabla 5. Huella de Carbono correspondiente a los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por los Departamentos.

PRODUCTOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Plantas vivas y productos de la floricultura	0,00	0,00	0,00
Textil natural confeccionado algodón	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00

**Tabla 6. Huella de Carbono correspondiente a los residuos peligrosos generados en los Departamentos.**

RESIDUOS PELIGROSOS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año
Aceites usados	0,0000	0,0000	0,0000
Emulsiones agua/aceite	0,0000	0,0000	0,0000
Ácidos alcalinos o salinos	0,0538	0,0068	0,0606
Sanitarios y MER	0,0000	0,0000	0,0000
Filtros de aceite	0,0000	0,0000	0,0000
Absorbentes usados	0,0000	0,0000	0,0000
Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	0,0434	0,0028	0,0462
Pilas	0,0000	0,0000	0,0000
Disolventes	0,0034	0,0002	0,0035
Taladrinas	0,0000	0,0000	0,0000
Baterías	0,0000	0,0000	0,0000
RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)	0,0000	0,0000	0,0000
Envases contaminados (incluye metálicos)	0,0000	0,0000	0,0000
	0,1005	0,0097	0,1102



ANEXO 8. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA DE CARBONO CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LOS DEPARTAMENTOS ORGANIZADOS SEGÚN CONCEPTOS CONTABLES.

Tabla 1. Huella de Carbono correspondiente al concepto 213 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 2. Huella de Carbono correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 3. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 4. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 5. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 221.10 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 6. Huella de Carbono correspondiente al concepto 227 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 7. Huella de Carbono correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 8. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 620.01 de los gastos generales de los departamentos.



Tabla 1. Huella de Carbono correspondiente al concepto 213 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
213.00.1	0,45	0,00	0,45	0,000424
213.00.2	2,07	0,00	2,07	0,001643
213.00.3	0,00	0,00	0,00	0,000000
213.00.4	0,00	0,00	0,00	0,000000
213.00.5	1,91	0,00	1,91	0,001278
TOTAL	4,43	0,00	4,43	0,001162

Tabla 2. Huella de Carbono correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de los Departamentos.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
220.00	33,99	31,18	65,17	0,005890
220.01	0,10	0,09	0,19	0,002998
220.02	234,46	0,00	234,46	0,013090
TOTAL	268,54	31,28	299,82	0,010325

Tabla 3. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
220.00.1	21,55	31,18	52,73	0,008657
220.00.2	1,32	0,00	1,32	0,000631
220.00.3	9,10	0,00	9,10	0,005192
220.00.4	0,45	0,00	0,45	0,000699
220.00.5	0,96	0,00	0,96	0,003370
220.00.6	0,60	0,00	0,60	0,003154
TOTAL	33,99	31,18	65,17	0,005890



Tabla 4. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
220.02.1	226,32	0,00	226,32	0,0138473
220.02.2	8,14	0,00	8,14	0,005192
TOTAL	234,46	0,00	234,46	0,013090

Tabla 5. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 221.10 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
221.10.1	0,31	0,45	0,77	0,008657
221.10.2	23,96	0,00	23,96	0,003370
221.10.3	1,44	0,00	1,44	0,002880
221.10.4	12,78	0,00	12,78	0,005192
212.10.5	3,65	0,00	3,65	0,002010
221.10.6	1,87	7,81	9,67	0,010815
TOTAL	44,00	8,26	52,26	0,004061

Tabla 6. Huella de Carbono correspondiente al concepto 227 de los gastos generales de los Departamentos.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
227.00	0,00	0,00	0,00	0,000000
227.06	4,81	5,55	10,36	0,005248
227.99	0,01	0,00	0,01	0,000657
TOTAL	4,82	5,55	10,38	0,005198



Tabla 7. Huella de Carbono correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de los Departamentos.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
620.01	13,42	0,00	13,42	0,002378
620.03	1,72	0,00	1,72	0,001278
620.04	0,56	0,00	0,56	0,001229
620.06	4,11	0,00	4,11	0,001384
620.07	20,92	0,00	20,92	0,001278
620.08	5,72	5,64	11,36	0,002998
TOTAL	46,45	5,64	52,09	0,002998

Tabla 8. Huella de Carbono correspondiente al subconcepto 620.01 de los gastos generales de los departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	t CO2/€
	t CO2/año	t CO2/año	t CO2/año	
620.01.1	2,42	0,00	2,42	0,002880
620.01.2	1,36	0,00	1,36	0,005192
620.01.3	0,27	0,00	0,27	0,001095
620.01.4	9,36	0,00	9,36	0,002181
TOTAL	13,42	0,00	13,42	0,002378



ANEXO 9. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LA ESCUELA ORGANIZADOS SEGÚN CATEGORÍAS DE CONSUMO.

Tabla 1. Huella Ecológica correspondiente a materiales no orgánicos adquiridos por la Escuela.

Tabla 2. Huella Ecológica correspondiente a los materiales asociados a las obras realizadas por la Escuela.

Tabla 3. Huella Ecológica asociada a los servicios contratados por la Escuela

Tabla 4. Huella Ecológica asociada a los materiales de origen forestal adquiridos por la Escuela.

Tabla 5. Huella Ecológica de los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por la Escuela.

Tabla 6. Huella Ecológica asociada a los residuos no peligrosos generados en la Escuela.

Tabla 7. Huella Ecológica asociada a los usos de suelo.

**Tabla 1. Huella Ecológica correspondiente a materiales no orgánicos adquiridos por la Escuela.**

MATERIALES Y SERVICIOS			
Materiales	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Aluminio	5,23	0,00	5,23
Aparatos de medición	0,00	0,00	0,00
Aparatos eléctricos y electrónicos	20,16	0,00	20,16
Artículos de oficina y papelería de metales comunes	0,04	0,00	0,04
Bolígrafos, lápices y plumas	0,09	0,00	0,09
Derivados del vidrio	1,76	0,00	1,76
Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio)	14,22	0,00	14,22
Maquinaria industrial	9,52	0,00	9,52
Pilas y acumuladores	0,00	0,00	0,00
Productos básicos del aluminio y derivados	0,00	0,00	0,00
Productos básicos del cobre o níquel	0,00	0,00	0,00
Productos básicos del hierro o del acero	0,00	0,00	0,00
Productos derivados del plástico	40,83	0,00	40,83
Productos químicos	30,54	0,00	30,54
Textil sintético confeccionado	0,18	0,00	0,18
Tintas de impresión	32,99	0,00	32,99
TOTAL	155,56	0,00	155,56
ha x FE	196,01	0,00	196,01

Tabla 2. Huella Ecológica correspondiente a los materiales asociados a las obras realizadas por la Escuela.

Obras	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Energía	4,35	0,00	4,35
Ciclo vida (energía)	0,13	0,00	0,13
Cemento	0,77	0,00	0,77
Productos siderúrgicos	2,99	0,00	2,99
Ligantes bituminosos	0,00	0,00	0,00
Ladrillos y refractarios	0,67	0,00	0,67
Madera	0,63	5,24	5,87
Cobre	0,00	0,00	0,00
TOTAL	9,54	5,24	14,78
ha x FE	12,02	6,60	18,62

**Tabla 3. Huella Ecológica asociada a los servicios contratados por la Escuela**

Servicios	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Hotel	0,10	0,00	0,10
Restaurante	1,03	0,00	1,03
Servicios de correo, paquetería y transporte	0,85	0,00	0,85
Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	3,18	0,00	3,18
Servicios de oficina	0,02	0,00	0,02
Servicios de oficina de alto valor añadido	0,01	0,00	0,01
Servicios de teléfono	1,81	0,00	1,81
Transporte en avión	0,37	0,00	0,37
Transporte en coche	0,13	0,00	0,13
Transporte en tren	0,03	0,00	0,03
Servicio de transporte de mercancías	0,45	0,00	0,45
Servicio de transporte en autobús	8,07	0,00	8,07
TOTAL	16,05	0,00	16,05
ha x FE	20,22	0,00	20,22

Tabla 4. Huella Ecológica asociada a los materiales de origen forestal adquiridos por la Escuela.

RECURSOS FORESTALES	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Madera cortada, aserrada, cepillada	7,51	31,42	38,93
Mobiliario de madera	0,52	0,22	0,74
Papel, cartón y sus manufacturas	33,63	48,66	82,30
Productos editoriales	0,10	0,10	0,21
TOTAL	41,77	80,41	122,18
ha x FE	52,63	101,31	153,95

Tabla 5. Huella Ecológica de los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por la Escuela.

PRODUCTOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Plantas vivas y productos de la floricultura	0,05	2,72	2,76
Textil natural confeccionado algodón	0,35	0,17	0,52
TOTAL	0,40	2,89	3,29
ha x FE	0,50	7,25	7,75

**Tabla 6. Huella Ecológica asociada a los residuos no peligrosos generados en la Escuela.**

RESIDUOS NO PELIGROSOS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Residuos urbanos y asimilables (vertedero)	0,009	0,001	0,011
Residuos urbanos y asimilables (incineración)			
Orgánicos (alimentos)	0,000	0,000	0,000
Papel y cartón	0,023	0,001	0,024
Envases ligeros (plástico, latas, brik)	0,063	0,002	0,065
Vidrio	0,000	0,000	0,000
Residuos de construcción y demolición	0,000	0,000	0,000
TOTAL	0,095	0,005	0,100
ha x FE	0,119	0,010	0,129

Tabla 7. Huella Ecológica asociada a los usos de suelo.

USOS DE SUELO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	CONTRAHUELLA
	haG/año	haG/año	haG/año	haG/año
Cultivos	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastos y jardines	0,00	0,00	0,00	0,00
Arbolado	0,00	0,00	0,00	3,94
Construido, asfaltado, erosionado	0,00	4,95	4,95	0,00
Acuicultura	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	4,95	4,95	3,94
ha x FE	0,00	12,41	12,41	3,94
ha x FE x FR	0,00	9,31	9,31	3,94



ANEXO 10. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LA ESCUELA ORGANIZADOS SEGÚN CONCEPTOS CONTABLES.

Tabla 1. Huella Ecológica correspondiente al concepto 212 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 2. Huella Ecológica correspondiente al concepto 213 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 3. Huella Ecológica correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 4. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 5. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.02 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 6. Huella Ecológica correspondiente al concepto 221 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 7. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 221.03 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 8. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 221.99 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 9. Huella Ecológica correspondiente al concepto 226 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 10. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 226.01 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 11. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 226.06 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 12. Huella Ecológica correspondiente al concepto 227 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 13. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 227.00 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 14. Huella Ecológica correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 15. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 620.03 de los gastos generales de la Escuela.



Tabla 16. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 620.06 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 17. Huella Ecológica correspondiente al concepto 630 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 18. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 630.00 de los gastos generales de la Escuela.

Tabla 19. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 630.03 de los gastos generales de la Escuela.

**Tabla 1. Huella Ecológica correspondiente al concepto 212 de los gastos generales de la Escuela.**

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
212.00.1	0,36	0,00	0,36	0,000989
212.00.2	21,47	0,00	21,47	0,001157
212.00.3	12,47	0,00	12,47	0,001783
212.00.4	1,81	0,00	1,81	0,000376
212.00.5	0,71	0,00	0,71	0,000146
212.00.6	0,14	0,58	0,72	0,003713
TOTAL	36,95	0,58	37,53	0,001048

Tabla 2. Huella Ecológica correspondiente al concepto 213 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
213.00.1	3,18	0,00	3,18	0,000146
213.00.2	0,34	0,00	0,34	0,000564
213.00.3	0,01	0,00	0,01	0,000376
213.00.4	0,86	0,00	0,86	0,001782
213.00.5	0,82	0,00	0,82	0,000439
TOTAL	5,21	0,00	5,21	0,000210

Tabla 3. Huella Ecológica correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
220.00	32,91	45,40	78,32	0,002854
220.01	0,13	0,13	0,26	0,001029
220.02	41,73	0,00	41,73	0,004725
TOTAL	74,77	45,53	120,31	0,003294

**Tabla 4. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de la Escuela.**

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
220.00.1	31,38	45,40	76,78	0,002972
220.00.2	0,11	0,00	0,11	0,000217
220.00.3	1,06	0,00	1,06	0,001783
220.00.4	0,05	0,00	0,05	0,000240
220.00.5	0,31	0,00	0,31	0,001157
220.00.6	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	32,91	45,40	78,32	0,002854

Tabla 5. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.02 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
220.02.1	41,57	0,00	41,57	0,004754
220.02.2	0,16	0,00	0,16	0,001783
TOTAL	41,73	0,00	41,73	0,004725

Tabla 6. Huella Ecológica correspondiente al concepto 221 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
221.00	311,69	0,02	311,70	0,001869
221.01	1,16	23,53	24,69	0,000463
221.02	20,01	0,00	20,01	0,001783
221.03	40,45	0,00	40,45	0,001575
221.04	0,02	0,01	0,04	0,000924
221.10	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.11	1,71	0,01	1,72	0,000590
221.12	2,66	0,00	2,66	0,000833
221.99	19,54	13,83	33,37	0,001937
TOTAL	397,24	37,40	434,63	0,001550



Tabla 7. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 221.03 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
221.03.1	0,87	0,00	0,87	0,000731
221.03.2	0,28	0,00	0,28	0,000799
221.03.3	0,16	0,00	0,16	0,000968
221.03.4	39,13	0,00	39,13	0,001632
TOTAL	40,45	0,00	40,45	0,001575

Tabla 8. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 221.99 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
221.99.1	5,24	7,58	12,81	0,002972
221.99.2	7,35	0,00	7,35	0,001783
221.99.3	0,81	0,00	0,81	0,000376
221.99.4	4,12	0,00	4,12	0,001157
221.99.5	1,40	5,85	7,25	0,003713
221.99.6	0,63	0,40	1,03	0,000924
TOTAL	19,54	13,83	33,37	0,001937

Tabla 9. Huella Ecológica correspondiente al concepto 226 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
226.01	1,00	6,82	7,82	0,000530
226.06	10,30	0,00	10,30	0,000272
TOTAL	11,30	6,82	18,12	0,000345

Tabla 10. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 226.01 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
226.01.1	0,94	0,00	0,94	0,000075
226.01.2	0,06	6,82	6,88	0,003069
TOTAL	1,00	6,82	7,82	0,000530



Tabla 11. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 226.06 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
226.06.1	0,13	0,00	0,13	0,000075
226.06.2	10,17	0,00	10,17	0,000282
TOTAL	10,30	0,00	10,30	0,000272

Tabla 12. Huella Ecológica correspondiente al concepto 227 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
227.00	6,19	4,41	10,60	0,002029
227.06	3,58	3,93	7,51	0,001657
227.99	4,24	0,00	4,24	0,000743
TOTAL	14,01	8,34	22,34	0,001445

Tabla 13. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 227.00 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
227.00.1	3,05	4,41	7,46	0,002972
227.00.2	3,14	0,00	3,14	0,001157
	6,19	4,41	10,60	0,002029

Tabla 14. Huella Ecológica correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
620.01	0,00	0,00	0,00	0,000000
620.03	19,95	1,89	21,84	0,000518
620.04	0,03	0,00	0,03	0,000439
620.06	14,80	19,35	34,16	0,001277
620.07	8,33	0,00	8,33	0,000439
620.08	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	43,11	21,24	64,36	0,000732



Tabla 15. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 620.03 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
620.03.1	11,33	0,00	11,33	0,000564
620.03.2	0,43	0,00	0,43	0,000376
620.03.3	5,51	0,00	5,51	0,000439
620.03.4	2,68	1,89	4,57	0,000546
TOTAL	19,95	1,89	21,84	

Tabla 16. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 620.06 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
620.06.1	1,00	0,00	1,00	0,001783
620.06.2	3,06	0,00	3,06	0,000376
620.06.3	4,63	19,35	23,98	0,003713
620.06.4	4,25	0,00	4,25	0,000439
620.06.5	1,87	0,00	1,87	0,000989
TOTAL	14,80	19,35	34,16	0,001277

Tabla 17. Huella Ecológica correspondiente al concepto 630 de los gastos generales de la Escuela.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
630.00	34,01	6,25	40,26	0,000667
630.03	32,02	12,27	44,29	0,001048
630.07	0,22	0,00	0,22	0,000439
TOTAL	66,24	18,52	84,77	0,000822



Tabla 18. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 630.00 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
630.00.1	9,71	0,00	9,71	0,000376
630.00.2	16,30	0,00	16,30	0,001783
630.00.3	2,67	0,00	2,67	0,001157
630.00.4	1,01	4,21	5,22	0,003713
630.00.5	1,44	0,00	1,44	0,000615
630.00.6	2,89	2,04	4,93	0,000546
630.00.7	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	34,01	6,25	40,26	0,000667

Tabla 19. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 630.03 de los gastos generales de la Escuela.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
630.03.1	9,79	0,00	9,79	0,001783
630.03.2	5,05	0,00	5,05	0,000439
630.03.3	2,29	9,60	11,89	0,003713
630.03.4	6,58	0,00	6,58	0,002216
630.03.5	3,79	2,68	6,47	0,000546
630.03.6	1,21	0,00	1,21	0,000615
630.03.7	2,97	0,00	2,97	0,001157
630.03.8	0,00	0,00	0,00	0,000000
630.03.9	0,32	0,00	0,32	0,000564
TOTAL	32,02	12,27	44,29	0,001048



ANEXO 11. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LOS DEPARTAMENTOS ORGANIZADOS SEGÚN CATEGORÍAS DE CONSUMO.

Tabla 1. Huella Ecológica asociada a materiales no orgánicos adquiridos por los Departamentos.

Tabla 2. Huella Ecológica asociada a los materiales vinculados a las obras realizadas por los Departamentos.

Tabla 3. Huella Ecológica asociada a los servicios contratados por los Departamentos.

Tabla 4. Huella Ecológica asociada a los productos derivados de recursos forestales adquiridos por los Departamentos.

Tabla 5. Huella Ecológica asociada a los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por la Escuela.

Tabla 6. Huella Ecológica asociada a los residuos peligrosos generados por los Departamentos.

**Tabla 1. Huella Ecológica asociada a materiales no orgánicos adquiridos por los Departamentos.**

MATERIALES Y SERVICIOS			
Materiales	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Aluminio	0,00	0,00	0,00
Aparatos de medición	2,55	0,00	2,55
Aparatos eléctricos y electrónicos	7,75	0,00	7,75
Artículos de oficina y papelería de metales comunes	0,12	0,00	0,12
Bolígrafos, lápices y plumas	0,36	0,00	0,36
Derivados del vidrio	1,05	0,00	1,05
Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio)	0,50	0,00	0,50
Maquinaria industrial	0,56	0,00	0,56
Pilas y acumuladores	0,16	0,00	0,16
Productos básicos del aluminio y derivados	0,17	0,00	0,17
Productos básicos del cobre o níquel	0,31	0,00	0,31
Productos básicos del hierro o del acero	0,51	0,00	0,51
Productos derivados del plástico	8,68	0,00	8,68
Productos químicos	6,79	0,00	6,79
Textil sintético confeccionado	0,00	0,00	0,00
Tintas de impresión	61,67	0,00	61,67
TOTAL	91,20	0,00	91,20
ha x FE	114,92	0,00	114,92

Tabla 2. Huella Ecológica asociada a los materiales vinculados a las obras realizadas por los Departamentos.

Obras	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Energía	0,00	0,00	0,00
Ciclo vida (energía)	0,00	0,00	0,00
Cemento	0,00	0,00	0,00
Productos siderúrgicos	0,00	0,00	0,00
Ligantes bituminosos	0,00	0,00	0,00
Ladrillos y refractarios	0,00	0,00	0,00
Madera	0,00	0,00	0,00
Cobre	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00
ha x FE	0,00	0,00	0,00

**Tabla 3. Huella Ecológica asociada a los servicios contratados por los Departamentos.**

Servicios	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Hotel	0,01	0,00	0,006
Restaurante	0,02	0,00	0,016
Servicios de correo, paquetería y transporte	0,00	0,00	0,000
Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	0,12	0,00	0,122
Servicios de oficina	0,00	0,00	0,000
Servicios de oficina de alto valor añadido	0,00	0,00	0,002
Servicios de teléfono	0,00	0,00	0,000
Transporte en avión	0,00	0,00	0,000
Transporte en coche	0,28	0,00	0,279
Transporte en tren	0,00	0,00	0,000
Servicio de transporte de mercancías	0,00	0,00	0,004
Servicio de transporte en autobús	0,74	0,00	0,739
TOTAL	1,17	0,00	1,17
ha x FE	1,47	0,00	1,47

Tabla 4. Huella Ecológica asociada a los productos derivados de recursos forestales adquiridos por los Departamentos.

RECURSOS FORESTALES	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Madera cortada, aserrada, cepillada	0,51	2,13	2,64
Mobiliario de madera	0,08	0,03	0,11
Papel, cartón y sus manufacturas	7,01	10,14	17,15
Productos editoriales	1,58	1,56	3,15
TOTAL	9,18	13,87	23,05
ha x FE	11,57	17,47	29,04

Tabla 5. Huella Ecológica asociada los productos agrícolas y pesqueros adquiridos por la Escuela.

PRODUCTOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Plantas vivas y productos de la floricultura	0,00	0,00	0,00
Textil natural confeccionado algodón	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00
ha x FE	0,00	0,00	0,00

**Tabla 6. Huella Ecológica asociada a los residuos peligrosos generados por los Departamentos.**

RESIDUOS PELIGROSOS	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL
	haG/año	haG/año	haG/año
Aceites usados	0,000	0,000	0,000
Emulsiones agua/aceite	0,000	0,000	0,000
Ácidos alcalinos o salinos	0,015	0,003	0,017
Sanitarios y MER	0,000	0,000	0,000
Filtros de aceite	0,000	0,000	0,000
Absorbentes usados	0,000	0,000	0,000
Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	0,012	0,001	0,013
Pilas	0,000	0,000	0,000
Disolventes	0,001	0,000	0,001
Taladrinas	0,000	0,000	0,000
Baterías	0,000	0,000	0,000
RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)	0,000	0,000	0,000
Envases contaminados (incluye metálicos)	0,000	0,000	0,000
TOTAL	0,027	0,004	0,032
ha x FE	0,035	0,009	0,044



ANEXO 12. RESULTADOS DESAGREGADOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA CORRESPONDIENTE A LOS GASTOS GENERALES DE LOS DEPARTAMENTOS ORGANIZADOS SEGÚN CONCEPTOS CONTABLES.

Tabla 1. Huella Ecológica correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 2. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 3. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.02 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 4. Huella Ecológica correspondiente al concepto 221 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 5. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 221.10 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 6. Huella Ecológica correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de los Departamentos.

Tabla 7. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 620.01 de los gastos generales de los Departamentos.



Tabla 1. Huella Ecológica correspondiente al concepto 220 de los gastos generales de los Departamentos.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
220.00	11,67	10,71	22,38	0,002022
220.01	0,03	0,03	0,06	0,001029
220.02	80,49	0,00	80,49	0,004494
TOTAL	92,20	10,74	102,93	0,003545

Tabla 2. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.00 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
220.00.1	7,40	10,71	18,11	0,002972
220.00.2	0,45	0,00	0,45	0,000217
220.00.3	3,12	0,00	3,12	0,001783
220.00.4	0,16	0,00	0,16	0,000240
220.00.5	0,33	0,00	0,33	0,001157
220.00.6	0,21	0,00	0,21	0,001083
TOTAL	11,67	10,71	22,38	0,002022

Tabla 3. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 220.02 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
220.02.1	77,70	0,00	77,70	0,004754
220.02.2	2,79	0,00	2,79	0,001783
TOTAL	80,49	0,00	80,49	0,004494



Tabla 4. Huella Ecológica correspondiente al concepto 221 de los gastos generales de los Departamentos.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
221.00	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.01	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.02	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.03	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.04	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.10	15,11	2,84	17,94	0,001394
221.11	0,01	0,01	0,02	0,001557
221.12	0,00	0,00	0,00	0,000000
221.99	0,00	0,00	0,00	0,000000
TOTAL	15,12	2,85	17,97	0,00139451

Tabla 5. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 221.10 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
221.10.1	0,11	0,16	0,26	0,002972
221.10.2	8,23	0,00	8,23	0,001157
221.10.3	0,49	0,00	0,49	0,000989
221.10.4	4,39	0,00	4,39	0,001783
221.10.5	1,25	0,00	1,25	0,000690
221.10.6	0,64	2,68	3,32	0,003713
TOTAL	15,11	2,84	17,94	0,001394

Tabla 6. Huella Ecológica correspondiente al concepto 620 de los gastos generales de los Departamentos.

SUBCONCEPTO	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
620.01	4,61	0,00	4,61	0,000816
620.03	0,59	0,00	0,59	0,000439
620.04	0,19	0,00	0,19	0,000422
620.06	1,41	0,00	1,41	0,000475
620.07	7,18	0,00	7,18	0,000439
620.08	1,96	1,94	3,90	0,001029
TOTAL	15,95	1,94	17,88	0,000585



Tabla 7. Huella Ecológica correspondiente al subconcepto 620.01 de los gastos generales de los Departamentos.

UNIDAD	HUELLA ENERGÉTICA	HUELLA NATURAL	HUELLA TOTAL	haG/€
	haG/año	haG/año	haG/año	
620.01.1	0,83	0,00	0,83	0,000989
620.01.2	0,47	0,00	0,47	0,001783
620.01.3	0,09	0,00	0,09	0,000376
620.01.4	3,21	0,00	3,21	0,000749
TOTAL	4,61	0,00	4,61	0,000816



ANEXO 13. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA REALIZACIÓN DE UN CÁLCULO DE HC Y HE EN UN CENTRO PERTENECIENTE A LA U.P.M.

